

Birgitta Puurunen

Kannattaako kannukaatosauhaus?

Sisäisiä julkaisuja 28/2003



Birgitta Puurunen

Kannattaako kannukaatosauhaus?

Sisäisiä julkaisuja 28/2003

Kannen kuvat: Markku Seppänen

ISSN 1457-991X
TIEH 4000383

ISSN 1458-1561 (www.tiehallinto.fi)
TIEH 4000383-v (www.tiehallinto.fi)

Multiprint Oy
Vaasa 2003

Julkaisua myy/saatavana:
Tiehallinto, julkaisumyynti
Telefaksi 0204 22 2652
E-mail: julkaisumyynti@tiehallinto.fi

TIEHALLINTO
Tekniset palvelut
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 22 150

Asiasanat: Halkeamien saumaus, poikkihalkeama, kannukaatosaukaus
Aiheluokka: 33

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia poikkihalkeamien saumauksen kannattavuutta. Työn tilasi Tiehallinto. Tutkimus koostuu poikkihalkeamien saumausta käsittelevistä haastatteluista sekä maastomittauksista. Tutkimuskohteiksi valittiin Savo-Karjalan tiepiiri, jossa ei käytetä kannukaatosaumausta ja Oulun tiepiiri, jossa menetelmää käytetään.

Molemmissa tiepiireissä haastateltiin päällysteiden uusimisesta ja hoidosta vastaavia henkilöitä. Lisäksi haastateltiin muita kannukaatosaumaukseen perehtyneitä henkilöitä. Maastomittaukset suoritettiin kesäkuun alussa vuonna 2002 molemmissa tiepiireissä ja uusittiin elokuun lopussa vuonna 2002. Poikkihalkeaman saumauksen vaikutusta tien kantokykyyn mitattiin Loadman-pudotuspainolaitteella ja tien alusrakenteen tiheyttä ja kosteuspitoisuutta Troxler-3450 -laitteella. Tärähdyslukumittarilla mitattiin millaisen vaikutuksen poikkihalkeama aiheuttaa ajoneuvoon ja vesivaa'alla halkeaman geometriaa normaaliin tien pinnan korkeuteen verrattuna.

Maastomittausten tulosten mukaan poikkihalkeamien saumaamisella tai saumaamattomuudella ei ole suurta vaikutusta tien kantavuuteen eikä tien kosteuspitoisuuteen. Haastattelujen perusteella voidaan sanoa, että saumaustyötä tehdään, koska sen avulla pyritään jatkamaan päällysteen ikää ja estämään veden pääsyä tien rakenteisiin.

Keywords: Joint sealing of cracks, transverse cracks, seaming with a steel can

ABSTRACT

The aim of this thesis was to examine the profitability of repairing transversal cracks. This thesis was ordered by Tiehallinto. The study consists of measurements and interviews, which handle fixing of transverse cracks. For the measurements of this study were chosen Savo-Karjala's road district where they do not use seaming with a steel can and Oulu's road district where they use this method.

People who are responsible for pavement reconstruction and repairing were interviewed in both of the road districts. Some other people who are specialised in bitumen seaming with a steel can were also interviewed. In both the road districts measurements were taken at the beginning of June in 2002 and again at the end of August in 2002. The influence of a transverse crack seaming on the road bearing capacity was measured by Loadman-falling weight deflectometer and density and moisture content of a road subgrades with Troxler-3450-machine. With a vibration meter it was measured what kind of impact a transverse crack has on the vehicle and with a builder's level the geometry of cracks compared to the road's normal surface.

According to the results from measurements no great difference could be seen on a road's bearing capacity or moisture content depending on transverse cracks being seamed or not. On the ground of the interviews it can be said, that seaming work is done because, with the help of it, they attempt to continue the age of the pavement and keep the water out of the road construction.

ALKUSANAT

Opinnäytetyö koskien poikittaishalkeamien saumauksen kannattavuutta oli haastava työ. Työn tekeminen oli monipuolista, pääsin suorittamaan sekä haastatteluja että maastomittauksia opinnäytetyötäni varten.

Kiitän opinnäytetyön valvojana toiminutta tekniikan lisensiaatti Rauno Turusta, maastomittausten käytännön järjestelyistä ja mittauksista vastannutta laboratoriomestari Kari Talstaa, sekä laboratorioinsinööri Esa Perälää ja laboratorioteknikko Markku Seppästä valokuvauksesta. Opinnäytetyön kieliasun tarkisti FM Maarit Sjöblom, kiitokset myös hänelle.

Oulussa 7.10.2002

Birgitta Puurunen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	9
2	POIKKIHALKEAMAT	11
2.1	Poikkihalkeamien syntymisen syitä	11
2.2	Poikkihalkeamista aiheutuvia ongelmia	11
3	HALKEAMIEN SAUMAUUS	13
3.1	Kannukaatosauhaus	13
3.2	Avarrussaauhaus	14
3.3	Massasaauhaus	15
3.4	Halkeamien saumauksen taloudellisuus	15
3.5	Liikennejärjestelyt ja työturvallisuus saumaustyössä	16
4	MAASTOMITTAUKSET JA KÄYTETYT MITTAUSLAITTEET	17
4.1	Loadman-pudotuspainolaite	17
4.2	Troxler-3450	18
4.3	Halkeaman geometria	18
4.4	Tärähdyslukumittari	19
5	MITTAUSTULOKSET	20
5.1	Halkeamien kantavuus	20
5.2	Kuivairtoteiheys	21
5.3	Muut mittaustulokset	21
6	HAASTATTELUT	23
7	HAASTATTELUJEN TULOKSET	24
7.1	Saumauksessa käytetyt menetelmät ja materiaalit	24
7.2	Saumauksen määrä, hinta ja ajankohta	25
7.3	Halkeamista aiheutuvia haittoja	27
7.4	Saumauksen hyödyt	29
7.5	Saumoista ja saumaustyöstä aiheutuvia ongelmia	30
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	32
	LÄHTEET	33
	LIITTEET	34

1 JOHDANTO

Poikkihalkeamat ovat hyvin yleinen ongelma Suomen teillä. Varsinkin Pohjois-Suomessa poikkihalkeamia esiintyy Etelä-Suomea enemmän korkeampien pakkaslukemien ja pitempien pakkasjaksojen johdosta. Poikkihalkeamat voivat ilmentyä tiehen jo ensimmäisen talven aikana ja lisääntyvät sen jälkeen vuosittain. Uudelleen päällystettyyn tiehen poikkihalkeamat ilmestyvät heijastushalkeamina uuteen päällysteeseen vanhan päällystekerroksen halkeamien kohdille. (Huhtala 1985, 1, 5.)

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia kannukaatosaumauksella tehtävän poikkihalkeamien korjaamisen kannattavuutta. Maastomittauksissa selvitettiin, mitä hyötyä saumaamisella saavutetaan ja kuinka saumaus vaikuttaa esimerkiksi tien kantavuuteen eli siihen kuinka tierakenne kestää liikennekuormituksista aiheutuvaa rasitusta. Saumaamiseen perehtyneitä henkilöitä haastatellaan saadaan selville alan ammattilaisten näkemyksiä saumaamisen kannattavuudesta.

Halkeamasta voi aiheutua tien rakenteelle monia vaurioita. Halkeamasta tien rakenteeseen pääsee kosteutta, tien kantokyky on huonompi kuin ehjällä tieosalla ja tien profiili muuttuu. Päällyste voi purkautua halkeaman reunoista. Veden johdosta kantava kerros pehmenee ja halkeaman ympärille voi syntyä verkkohalkeamia tai urapainaumaa. Veden mukana hienoja aineksia voi kulkeutua pois kantavasta kerroksesta. Poikkihalkeamat vaikuttavat negatiivisesti myös ajomukavuuteen.

Halkeamasta aiheutuvia vaurioita ja kosteuden pääsemistä tien rakenteeseen on yritetty estää saumaamalla halkeamia. Halkeamia voidaan saumata kannukaatosaukausmenetelmällä, jossa halkeamaan kaadetaan kannusta kuumaa, juoksevaa saumausainetta. Saumausaineena käytetään yleisesti bitumia. Kannukaatosaumauksesta aiheutuu vuosittain huomattavia kustannuksia, mutta menetelmän kannattavuutta ei ole tutkittu. Tiehallinto haluaakin selvittää, mitä hyötyjä saavutetaan poikkihalkeamien saumaamisella.

Tutkimustehtävä koostui useista tehtäväkokonaisuuksista, haastatteluista, maastomittauksista ja tulosten analysoimisesta. Maastomittaukset tiepiireissä suoritettiin alkukesällä ja uusittiin loppukesällä. Mittausten välisenä aikana suoritettiin haastattelut.

Johtopäätökset ovat luotettavampia ja monipuolisempia, koska tuloksia on useammista lähteistä. Lopulliset tulokset perustuvat siten sekä haastattelutuloksiin että maastomittausten tuloksiin.

2 POIKKIHALKEAMAT

2.1 Poikkihalkeamien syntymisen syitä

Asfalttipäällysteet vaurioituvat monista eri tekijöistä johtuvista syistä. Tarkkaan ei tiedetä, mitkä tekijät aiheuttavat päällysteen halkeamista. Tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa poikkihalkeamien syntymiseen ovat päällysteen ikä, pakkasmäärä, päällysteen paksuus, bitumipitoisuus ja bitumilaa-tu, päällysteen alusrakenne ja liikennekuormitus. Kuvissa 1 ja 2 on poikkihalkeamia.



Kuva 1. Saumaamaton poikkihalkeama



Kuva 2. Kannukaatomenetelmällä saumattu poikkihalkeama

Poikkihalkeamat voivat aiheutua asfalttipäällysteen termisestä kutistumisesta. Kutistuminen aiheutuu nopeasta lämpötilanvaihtelusta kylmän vuodenajan aikana. Päällysteen sideaineen kovuudella ja elastisuudella on myös vaikutusta hal-

keamien syntyyn. Tämä halkeamatyyppi on Suomessa yleisin ja sitä kutsutaan pakkashalkeamaksi.

Kantavan kerroksen maabetonirakenteissa halkeamat ovat yleisiä. Maabetonikerros voi haljeta lämpötilan aiheuttaman kutistumisjännityksen johdosta. Halkeamat heijastuvat asfalttipäällysteeseen maabetonikerroksesta. (Wågberg 1992, 18.)

Päällysteen halkeamat voivat aiheutua myös alla olevasta betonipäällysteestä. Betonilaatan liikkeet aikaansaavat halkeamamuodostuman asfalttipäällysteeseen. Halkeamat ilmestyvät yleensä betonipäällysteen saumojen kohdille. (Wågberg 1992, 18.)

Ehrolan (1986, 6) mukaan vanhan halkeilleen päällystekerroksen päälle tehtyyn uuteen päällysteeseen syntyy usein poikkihalkeamia. Halkeamat syntyvät ns. heijastushalkeamina uuteen päällysteeseen vanhassa päällysteessä olevien halkeamien kohdille. Heijastushalkeilun pääsyyinä ovat uuteen päällysteeseen muodostuvat veto- ja leikkausjännitykset, jotka syntyvät vanhan päällysteen horisontaali- ja vertikaaliliikkeistä uuteen päällysteeseen nähden.

Vanhan päällysteen horisontaaliliike johtuu päällysteen kutistumisesta lämpötilan laskiessa. Tällöin vanha halkeama aukeaa ja siirtyy myös uuteen päällysteeseen. Halkeaman siirtymistä edesauttavat lämpötilan laskiessa myös uuteen päällysteeseen syntyvä terminen jännitys ja liikennekuormitus halkeaman kohdalla. (Ehrola 1986, 7.)

2.2 Poikkihalkeamista aiheutuvia ongelmia

Poikkihalkeamat syntyvät ohuina hiushalkeamina ja kasvavat vuosittain. Poikkihalkeamista aiheutuu vaurioita tierakenteelle ja niistä on myös haittaa liikenteelle. Poikkihalkeaman kohdalla tien kanto-kyky on alhaisempi kuin tien muulla osalla.

Keväällä halkeamien reunat ovat yleensä koholla. Liikennettä poikkihalkeamat haittaavat, kun ajoneuvo ylittää halkeaman ja siitä aiheutuu tärähdys ajoneuvoon. Tärähdyn vaikutus ei ole sama kaikilla ajoneuvoilla, vaan sen suuruus riippuu ajo-

neuvon ominaisuuksista. Tärähdys voi haitata matkustajia ja rasittaa ajoneuvoa. Halkeamilla voi olla myös liikenneturvallisuutta alentava vaikutus. Halkeamista aiheutuva haitta kevyelle liikenteelle on suurempi, sillä polkupyörän renkaat tai rullaluistimien rullat saattavat mahtua pitkittäiseen halkeamaan ja seurauksena voi olla kaatumisia.

Poikkihalkeaman seurauksena päällyste voi purkautua halkeaman reunasta. Kun tierakenteella ei ole päällystettä suojana, kosteus pääsee vaurioittamaan tien rakenteita. Jos kantava kerros on routiva ja sinne pääsee kosteutta halkeaman kautta, saattaa tiehen syntyä routanousuja.

Kun vesi pääsee halkeamaan, kantavan kerroksen hienoja aineksia voi huuhtoutua pois halkeaman kohdalta. Vesi kuljettaa kantavan kerroksen hienoja aineksia halkeamaa pitkin pois tien rakenteesta. Veden johdosta kantava kerros pehmenee ja tämän seurauksena päällysteeseen halkeaman molemmille puolille saattaa syntyä verkkoalkeamia tai urapainaumaa.

Halkeamien leveys on suurimmillaan talvella kun on kova pakkanen ja tierakenne on jäässä. Halkeaman reunat ovat joko painuksissa tai koholla. Halkeaman maksimileveyteen ja muotoon vaikuttavat esimerkiksi halkeamatiheys, päällysteen alusrakenne (leikkaus/penger/stabilointi) ja kantavan kerroksen materiaalin ominaisuudet, lähinnä sen hienoainepitoisuus. (Tiehallinto 2002, 31.)

3 HALKEAMIEN SAUMAUS

Saumaus on päällysteissä esiintyvien halkeamien korjausmenetelmä ja se voi olla joko juotossaumausta tai massasaumausta. Juotossaumauksessa halkeamat juotetaan kiinni bitumisella sideaineella ja massasaumauksessa halkeamat saumataan hienorakeisella asfalttimassalla. Juotossaumauksessa käytetään kahta menetelmää: avarrussaumausta ja kannukaatosaumausta. Korjausmenetelmän valinta riippuu halkeamien leveydestä ja muodosta sekä siitä, kuinka pitkäaikaiseen vaikutukseen korjauksella pyritään. (Tiehallinto 2002, 17, 30 - 31.)

3.1 Kannukaatosaumaus

Kannukaatosaumaus on yleisin halkeamien paikkausmenetelmä. Kannukaatosaumauksen avulla pyritään vähentämään pintavesien pääsyä halkeamaan seuraavan puolen vuoden aikana. Menetelmässä saumausaine levitetään halkeamaan käsikannulla tai ruiskutetaan suuttimen avulla (kuva 3). Sauma aukeaa usein seuraavana talvena päällysteen kutistuessa pakkasen vaikutuksesta. (Tiehallinto 2002, 31.)



Kuva 3. Kannukaatosaumausta Jäälän ajoharjoitteluradalla

Kannukaatosaumauksessa halkeamien saumausmateriaalina käytetään yleisimmin bitumia. Saumausaineet ovat yleensä bitumeja B70/100...B100/150. Bitumin lämpötilan tulee olla sau-

maushetkellä 140 – 170 °C ja jäähtyessään bitumi kutistuu. Menetelmän saumausaineelle ei aseteta pakkasenkesto-vaatimuksia. Kannukaatosaumauksessa saumausmateriaalin keskimenekki on noin kilogramma juoksumetriä kohti (1 kg/jm). Kuvassa 4 on Lemminkäinen Oyj:n käyttämää saumausainetta, puhallettua bitumia, joka varastoidaan harkkoina. (Tiehallinto 2002, 34.)



Kuva 4. Lemminkäinen Oyj:n käyttämää saumausainetta, puhallettua bitumia

Saumausaineen menekkiin vaikuttaa halkeaman leveys ja syvyys. Bitumin yliannostusta halkeamaan tulee välttää; saumausaine ei saa valua halkeamasta pois paikkaustyön jälkeen, koska se voi tarttua renkaisiin ja levitä päällysteelle liikenteen mukana. Halkeamien korjaus kannukaatosaumausmenetelmällä on järkevintä tehdä keväällä, sillä tuolloin halkeamat ovat auki ja saumausaine valuu helpommin halkeaman pohjalle asti. Saumaustyö olisi hyvä tehdä ennen ajoratamaalaus- töitä. (Tiehallinto 2002, 34.)

Kannukaatosaumauksen yhteydessä ei tehdä halkeaman esikäsitteilyä eli halkeaman avarrusta, kuivausta ja puhdistusta. Saumausaine kuumentaan juoksevaksi pikipannussa nestekaasun avulla. Pikipannua kuljetetaan auton lavalla saumaustyön ollessa käynnissä. Kun saumausaine on juoksevaa, sitä lasketaan pikipannun hanasta teräksiseen, kapeanokkaiseen käsikannuun (kuva 5). Kannusta saumausainetta juotetaan halkeamaan ohuena nauhana. Saumausaine voidaan ruiskuttaa myös suuttimella halkeamaan.



Kuva 5. Saumausaineen laskeminen pikipannusta teräskannuun

Kuvasta 6 nähdään, että saumausainetta juotetaan halkeamaan niin paljon, että halkeama saadaan täytettyä. Joskus juottaminen täytyy tehdä kaksi kertaa. Halkeama täytetään päällysteen yläpinnan tasoon saakka. Joissakin tapauksissa saumauksen päälle levitetään hienorakeista hiekkaa sitomaan bitumia. Tällöin bitumi ei pääse roiskumaan niin helposti auton ajaessa sauman ylitse. Joskus yli 20 millimetriä leveitä halkeamia saumattaessa halkeaman pohjalle voidaan sirotella hiekkaa.



Kuva 6. Saumausaineen juottaminen poikkihalkeamaan

Kannukaatosaukaus on menetelmä, jossa käsitellään erittäin kuumaa bitumia. Kuuma bitumi voi leimahdella, kun pikipannun kantta avataan. Työntekijöiden tulee käsitellä kuumaa pikipannua ja bitumia varoen ja käyttää suojahansikkaita, sillä kuuma bitumi voi aiheuttaa palovammoja, jos sitä räiskyy iholle.

3.2 Avarrussaaukaus

Avarrussaaukausmenetelmä on investointityyppinen halkeamien korjaustapa, jolla pyritään siirtämään päällysteen uusimista useammilla vuosilla. Avarrussaaukausmenetelmä koostuu viidestä työvaiheesta: halkeaman avarruksesta, puhdistuksesta, puhalluskuumennuksesta, saumausaineen levittämisestä ja jälkihoidosta. (Tiehallinto 2002, 31.)

Halkeama avarretaan koneellisesti (kuva 7). Avaruksen jälkeen tarkistetaan työn laatu ja saumasta poistetaan halkeaman reunasta lohkeilleet päällysteen palat. Irto kivetyt ja irrallinen hienoaines puhdistetaan saumaraosta harjaamalla ja pöly paineilmalla.



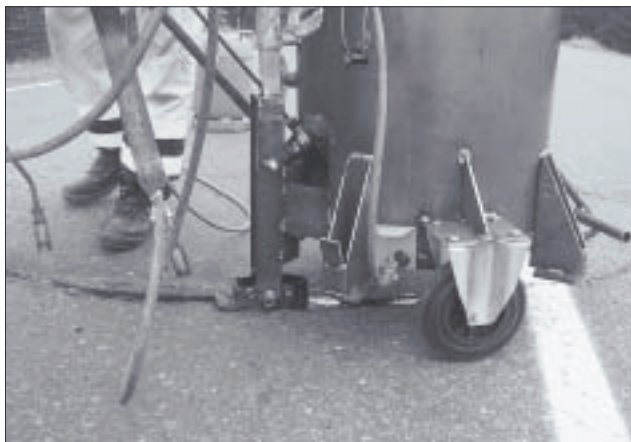
Kuva 7. Halkeaman avarrusta (Juola 16.9.2002, sähköpostiviesti)

Avarrettu halkeama kuumennetaan, jotta halkeamaan saadaan bituminen liimapinta. Liimapinta varmistaa saumausaineen liimautumisen pintoihin. Kuumennuksen avulla halkeaman pinnoista saadaan haitallinen kosteus pois. Pieniä hiushalkeamia ei aina tarvitse avartaa, vaan ne voidaan käsitellä pelkästään kuumennuspuhaltimella (kuva 8). (Tiehallinto 2002, 31-32.)



Kuva 8. Avarrettu halkeama kuumennetaan puhalluskuumennuksella (Juola 16.9.2002, sähköpostiviesti)

Saumausaine kuumennetaan ja levitetään halkeamaan heti halkeaman kuumennuksen jälkeen (kuva 9). Saumausaine levitetään enintään 25 millimetriä avarretun halkeaman reunojen ulkopuolelle. Sauman pinnalle voidaan levittää kuivaa hiekkaa estämään saumausaineen tarttumista renkaiisiin. Liikenne ei saa päästä tuoreelle saumapinnalle. (Tiehallinto 2002, 33.)



Kuva 9. Avarretun halkeaman saumausaineen levitys (Juola 16.9.2002, sähköpostiviesti)

Saumausaineilla tulee olla hyvät tartuntaominaisuudet, jotta sauma pysyy kiinni vanhan päällysteen reunoissa. Aineella tulee olla myös hyvät tartunta-venymisominaisuudet kylmässä, jotta se ei halkeile tai irtoa talvella kun halkeaman leveys on suurimmillaan. (Tiehallinto 2002, 33.)

3.3 Massasaumaus

Massasaumaus soveltuu 20 – 100 millimetriä leveiden halkeamien saumaamiseen. Bitumi kuumennetaan padassa 150 – 200 -asteiseksi, kalkkikivijauheet ja murskeet lisätään vähitellen ja sekoitetaan koko massanvalmistuksen ajan. Massa levitetään halkeamaan siten, ettei saumattavaan kohtaan jää haitallisia epätasaisuuksia. (Tiehallinto 2002, 34 - 35.)

Massasaumaukseen käytetään valuasfalttia VA 6 tai saumausmassaa, jonka sideaineena on käytetty kumibitumia KB85 tai bitumia B70/100...B100/150. Saumamassan kiviaines on kalkkikivijauhetta tai kuivattua 0/8 mm:n mursketta. Massasaumausten yhteydessä käytetään suojahiekkaa. (Tiehallinto 2002, 35.)

3.4 Halkeamien saumauksen taloudellisuus

Halkeamien saumausaineina käytetään asfalttipäällysteisillä teillä bitumisia materiaaleja kustannussyistä ja koska ne sopivat kemiallisesti yhteen asfaltin kanssa. Bitumiset saumausaineet eivät estä uusiomenetelmien käyttöä tien uudelleenpäällystyksen yhteydessä. (Tiehallinto 2002, 18.)

Reihen (24.4.2002) laskelman mukaan kannukaadon yksikköhinta on noin 0,5 euroa/metri ja sen kestoikä on alle yksi vuosi. Jos asfaltin kestoikä on 20 vuotta, niin kannukaatojen määrä on 20 ja hinta 10 euroa/metri. Jos halkeamia on 50 metrin välein ja yhden halkeaman pituus on 10 metriä, niin halkeamapituus on yhteensä 200 metriä kilometrillä tietä. Kannukaadon kilometrikustannus 20 vuodessa on yhteensä 2000 euroa. Kannukaato on taloudellista, jos sillä voidaan lisätä päällysteen ikää vähintään vuodella.

Erikoissaumamassojen käyttö saumausaineina nostaa kannukaatosaumauksen hintaa. Saumamassat ovat kalliimpia kuin bitumi. Massan hinta on noin 2 – 4 euroa/kg, mihin vaikuttaa saumamassan laatu. Erikoissaumamassoja on käytettävä korkeammista kustannuksista huolimatta erityiskohteissa kuten esimerkiksi lentokentillä.

Avarrussaumaus on kallis menetelmä, sillä saumaus maksaa noin 8 – 10 euroa/juoksumetri. Hinta menetelmälle tulee menetelmän monivaihei-

suudesta ja laitteista. Myös käytettävät saumausmateriaalit ovat kalliita, noin 2 euroa/kg. Avarrus-saumaus on melko uusi menetelmä, eikä kilpailua ole. Hinta on menetelmän kehityksen aikainen hinta ja kilpailu voisi pudottaa hintaa. (Pohjonen, Toiviainen 20.8.2002, haastattelu)

Massasaumaus on myös kallis menetelmä kannukaatosaumaukseen verrattuna, koska se vaatii paljon laitteistoa sekä työvoimaa. Käytettävä saumaussaine on kallista ja massasaumaus on aikaa vaativaa työtä. Hinta on moninkertainen kannukaatosaumaukseen verrattuna. Massasaumausmenetelmällä saumatut halkeamat saattavat ratketa auki saumausta seuraavan talven aikana kuten kannukaatosaumausmenetelmällä saumatut halkeamat.

3.5 Liikennejärjestelyt ja työturvallisuus saumaustyössä

Työturvallisuuslainsäädännössä tiellä tehtävä työ luokitellaan vaarallisiin töihin. Tiehallinnon julkaisussa Liikennejärjestelyt ja työturvallisuus teillä tehtävässä työssä on esitetty kuinka järjestelyt ja turvallisuusasiat tulee hoitaa tiellä työskennellessä. Kannukaatosaumausta tehtäessä noudatetaan hitaasti liikkuvan ja jaksoittain etenevän työn liikennejärjestely- ja työturvallisuusohjeita.

Jalkaisin ajoradalla tehtävä saumaustyö suojataan varoitusautolla. Varoitusautoa kuljetetaan 15 – 20 metrin päässä työntekijästä. Alueilla, joilla näkyväisyys voi olla huono, varoitusauto on oltava havaittavissa vähintään pysähtymismatkan päästä. Ajoneuvon takaosaan kiinnitetään sulkuaita tai -lamelli ja lisäksi ajoneuvossa on oltava taaksepäin suunnatut varoitusvalaisimet. Varoitusauton takaosaan tai katolle kiinnitetään kilpi, joka kertoo tiellä tehtävästä työstä, esimerkiksi: "Saumaustyö". Turvallisuusasiakirjassa on määritelty turvallisuusvaatimukset. Urakoitsija voi halutessaan esittää paremman turvallisuustason järjestelyt kuin mitä tilaaja on edellyttänyt. ([Http://www.tiehallinto.fi/thohje/pdf/tyoturva.pdf](http://www.tiehallinto.fi/thohje/pdf/tyoturva.pdf).)

Tiehallinto edellyttää tiellä tehtävään työhön osallistuvilta henkilöiltä tieturvakoulutuksen suoritusta. Työntekijän tulee käyttää tiellä tehtävässä työssä näkyvää varoitusvaatetusta, eli 2. luokan suojaliviä, joka on väriltään keltainen. Varoitusvaatetuk-

sen käyttövelvoite koskee kaikkia työn takia tiellä jalan liikkuvia. ([Http://www.tiehallinto.fi/thohje/pdf/tyoturva.pdf](http://www.tiehallinto.fi/thohje/pdf/tyoturva.pdf).)

Kannukaatosaumausta tehtäessä on noudatettava erityistä varovaisuutta, koska saumaustyö on työntekijälle vaarallista liikenneturvallisuusriskien vuoksi. Työntekijän on pyrittävä työskentelemään vain yhdellä kaistalla varoitusauton edessä. Vastaantulevan liikenteen ajokaistalla työskentelyä tai kaistan ylittämistä on vältettävä.

4 MAASTOMITTAUKSET JA KÄYTETYT MITTAUSLAITTEET

Maastomittausten tarkoituksena oli selvittää, kuinka poikkihalkeaman saumaus vaikuttaa tiehen. Mittaukset suoritettiin asfalttibetonilla päällystetyiltä teiltä, joissa ei käytetä poikkihalkeamien saumausta ja joissa saumausta käytetään. Mittauksia tuli suorittaa samoista halkeamista alkukesällä ja loppukesällä, jotta tuloksia voidaan vertailla ja seurata, muuttuuko esimerkiksi tien kantokyky kesän aikana.

Aluksi selvitettiin alueita jotka soveltuisivat maastomittauskohteiksi. Savo-Karjalan tiepiiri osoittautui sopivaksi alueeksi saumaamattomien halkeamien mittaamiselle ja saumattujen halkeamien mittausalueeksi valittiin Oulun tiepiiri. Ennen varsinaisia mittauksia etsittiin tiepiireistä sopivat tieosat ja tutkittavat halkeamat. Savo-Karjalan tiepiirin mittauspaikat sijaitsivat Nurmeksien läheisyydessä kantatie 75:llä, tieosalla 21 ja Lieksan läheisyydessä kantatie 73:lla, tieosilla 22 ja 26. Oulun tiepiirin mittauskohteet ovat Kajaanin ympäristössä, valtatie 5:llä, tieosilla 231 ja 233 ja maantie 8807:llä, tieosalla 3.

Tiehallinnon tierekisteristä selvitettiin tärkeimmät tiedot tämän tutkimuksen mittauskohteista, eli päällysteen laatu ja päällystämisvuosi. Savo-Karjalan tiepiirissä kantatien 73, tieosa 22 on päällystetty vuonna 1987 ja tieosa 26 vuonna 1991. Molemmilla kohteilla on pehmeä asfalttibetonipäällyste (PAB). Kantatien 75, tieosa 21 on päällystetty vuonna 1990 ja päällyste on asfalttibetonia (AB).

Kaikissa Oulun tiepiirissä sijaitsevilla mittauskohteilla on asfalttibetonipäällyste. Valtatie 5:llä, tieosalla 231 on vuonna 1989 tehty päällyste, päällyste on huonokuntoinen. Valtatie 5, tieosa 233 on päällystetty vuonna 1999 ja maantie 8807, tieosa 3 vuonna 1993, molemmilla kohteilla päällyste on hyväkuntoinen.

Mittausalueiksi valittiin noin kilometrin mittaisia alueita, joilla oli merkittävästi tai jonkin verran poikkihalkeamia. Mukaan valittiin kahdeksan sellaista halkeamaa, joissa ei ollut käytetty kannukaatosauhausta ja seitsemän sellaista halkeamaa, joissa saumausta oli käytetty. Halkeamat merkittiin tarkempia mittauksia varten.

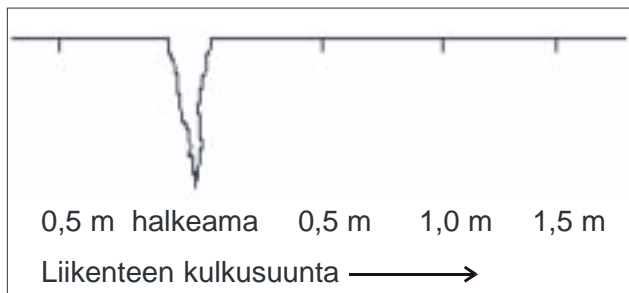
Mittaukset suoritettiin ajokaistan ulkouran keskikohdasta. Alkukesällä suoritetuissa mittauksissa selvitettiin ulkouran etäisyys tien ulkoreunan valkoviivasta, halkeaman leveys, tien pituussuuntainen geometria halkeaman kohdalla, tierakenteen kantavuus, tierakenteen tiheys ja kosteus sekä suoritettiin testiajo autolla halkeaman ylitse tärinäluvun selville saamiseksi. Lopuksi laskettiin halkeamien lukumäärä mittausalueella noin kilometrin matkalla. Loppukesällä suoritettiin pelkästään tierakenteen kantavuus-, tiheys- ja kosteusmittaukset.

4.1 Loadman-pudotuspainolaite

Tien kantavuudella tarkoitetaan tierakenteen kykyä kestää liikennekuormituksista aiheutuva rasitus ja estää pysyvät muodonmuutokset. Loadman on kannettava pudotuspainolaite, jolla mitataan kantavuutta ja maarakenteen tiiveyttä. Loadman-laitteen avulla saadaan aikaan lähes liikennekuormitusta vastaava dynaaminen kuormitus tierakenteeseen. Loadman on lisäksi myös kevyt ja helppo käsitellä.

Laitteen yläpään on sijoitettu laitteen mittaus-elektroniikka ja laitteen sisällä on vapaasti liikku-
maan pääsevä 10 kilogramman painoinen teräspaino. Kun teräspaino vapautetaan tartuntamagneetista, kiihtyvyyssanturi mittaa kiihtyvyyden pudotuspainon osuessa alas. Laitteesta aiheutuva kuormitus on noin 23 kN. Kiihtyvyys muutetaan taipumaksi ja taipuman perusteella laite laskee E-moduulin eli jäykkyyssmoduulin (MN/m²). (Gros 1994, 4.)

Kantavuusmittaukset suoritettiin ajokaistan ulkouran keskikohdasta liikennevirran suuntaisesti. Jokaisesta valitusta poikkihalkeamasta ja sen ympäriltä tehtiin yhteensä viisi kantavuusmittausta Loadman-pudotuspainolaitteella. Mittauskohteen ensimmäinen mittaus tehtiin 0,5 metriä ennen poikkihalkeamaa liikenteen tulosuunnasta katsottuna, toinen mittaus tehtiin halkeaman kohdalta. Kolme seuraavaa mittausa tehtiin puolen metrin välein halkeamasta liikenteen kulkusuuntaan, 0,5 metriä, 1,0 metriä ja 1,50 metriä halkeaman jälkeen. Kuvassa 10 esitetään mittauspaikat.



Kuva 10. Mittauspaikat halkeaman ympärillä

4.2 Troxler-3450

Troxler-3450 -laitteella tutkitaan päällysteen alusrakenteen tiheyttä (kg/m^3). Troxler-3450 on radioaktiivista säteilyä hyväksi käyttävä laite. Säteilyn avulla päällysteen alusrakenteen tiheyttä voidaan tutkia päällystettä rikkomatta. Laitteen avulla saadaan selville myös alusrakenteen kosteuspitoisuus. Troxler-3450 -laitteella mitattaessa tulokset saadaan välittömästi mittauspaikalla.

Ennen mittauksen aloittamista Troxler-3450 -laite kalibroidaan. Ennen kalibrointia ja mittausta on huolehdittava, ettei paikan läheisyydessä ole kolmen metrin säteellä heijastavia pintoja, jotka voisivat vaikuttaa kalibrointiin tai mittauksituloksiin.

Troxler-3450 -laitteella mittauksia tehtiin yhteensä neljä kappaletta jokaisesta poikkihalkeamasta ja halkeaman läheisyydestä. Mittaus aloitettiin halkeaman kohdalta ja mittauksia jatkettiin halkeaman jälkeen liikenteen kulkusuuntaan puolen metrin välein samoista kohdista kuin Loadman-laitteella. Laite asetettiin mittauspaikalle tien suuntaisesti (kuva 11). Laitetta ei ollut mahdollista asettaa halkeaman suuntaisesti, koska laitteen pohja ei olisi ollut tukevasti kosketuksessa tienpintaan ja tulokset olisivat voineet vääristyä tämän johdosta. Mittaushetkellä tienpinta oli kuiva.

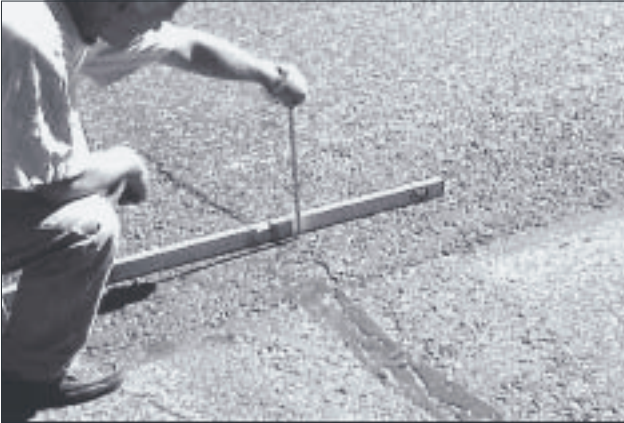


Kuva 11. Mittaaminen Troxler-3450-laitteella liikenteen kulkusuuntaan

4.3 Halkeaman geometria

Päällysteen pinnan geometrian mittaamisen tarkoituksena oli selvittää millaisia vaikutuksia halkeamalla on tien pinnan geometriaan ja onko päällysteen pinta painunut vai koholla poikkihalkeaman reunoilta normaaliin päällysteen pintaan verrattuna.

Halkeaman muodonmuutoksen mittaamiseen ei ollut saatavilla laitetta, joten halkeaman geometrian mittausta varten kehitettiin mittari vesivaa'asta. Vesivaaka asetettiin vaakasuoraan asentoon halkeaman päälle siten, että nolla-kohta oli halkeaman keskikohdassa. Tämän jälkeen mitattiin päällysteen pinnan poikkeama mitalla 40 senttimetrin ja 5 senttimetrin etäisyydeltä halkeaman molemmilta puolilta. Mittaustapahtuma nähdään kuvassa 12.



Kuva 12. Halkeaman geometrian mittaaminen

4.4 Tärähdyslukumittari

Poikkihalkeaman ylitse ajettaessa voi tuntea kuinka ajoneuvo tärähtää. Tärähdys vaikuttaa negatiivisesti ajomukavuuteen ja se voi aiheuttaa ajoneuvolle rasituksia. Tärähdyksen voimakkuuteen vaikuttavat kunkin ajoneuvon ominaisuudet, kuten esimerkiksi renkaiden profiili. Raskaalla liikenteellä tärähdysvaikutus ei todennäköisesti vaikuta ajomukavuuteen yhtä paljon kuin henkilöautoilla.

Mittauksen tarkoituksena oli selvittää poikkihalkeamasta aiheutuvan tärähdyksen suuruus. Jotta poikkihalkeamasta aiheutuvan tärähdyksen vaikutukset olisivat samat kuin muulla liikenteellä, ajettiin testiajoneuvolla nopeusrajoituksen osoittamaa nopeutta. Tällöin auton nopeus ylitettäessä halkeamat oli sama kuin liikenteen nopeus. Mittausajoneuvo oli kaikkien mittaustapahtumien aikana sama.

Mittausajo tapahtui ajourissa. Kiihtyvyyssanturi kiinnitettiin auton runkoon ja autolla kiihdytettiin nopeusrajoituksen mukaiseen nopeuteen. Mittarin näytöstä otettiin tärähdysluku halkeaman kohdalla.

5 MITTAUSTULOKSET

Mittaustulokset koostuvat saumattujen poikkihalkeamien osalta seitsemästä halkeamasta ja saumaamattomien poikkihalkeamien osalta kahdeksasta halkeamasta. Mittaustuloksista laskettiin keskiarvot sekä saumatuille että saumaamattomille halkeamille ja lisäksi laskettiin keskiarvojen (kohdista -0,5 m, 0,5 m, 1,0 m ja 1,5 m) suhde halkeaman kohdalla saatuun keskiarvoon. Halkeaman kohdalla arvo on yksi (1,0) sekä saumatuilla että saumaamattomilla halkeamilla. Näin saumattujen ja saumaamattomien halkeamien tuloksista saatiin keskenään vertailtavat. Mittaustulokset ovat kokonaisuudessaan liitteissä 1 ja 2.

5.1 Halkeamien kantavuus

Tien kantavuudella tarkoitetaan tierakenteen kykyä kestää liikennekuormituksista aiheutuva rasitus ja estää pysyvät muodonmuutokset. Yleensä kantavuus ilmaistaan taipumana, jonka saa aikaan tietyn suuruinen kuorma tai koko tierakenteen näennäisenä kimmokertoimenä. Tierakenteen kantavuusarvo (näennäinen kimmokerroin) lasketaan maksimipainumasta eli kuormituksen keskikohdan painumasta. (Kotimäki 1991, 11.)

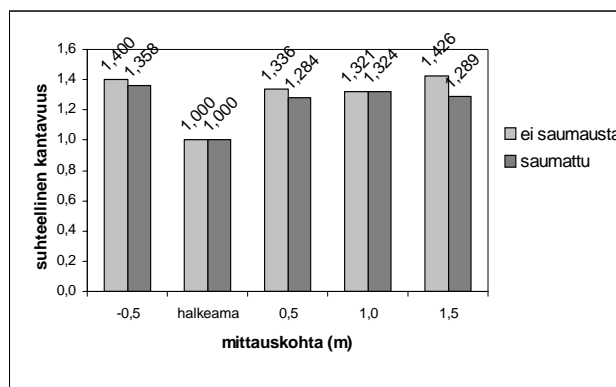
Loadman-pudotuspainolaitteella mitattuna rakenteen kantavuus saadaan pudotuspainolaitteessa olevan painon pudotuksesta aiheutuvan kuormituksen suhteena vastaavaan rakenteessa tapahtuvaan muodonmuutokseen.

Loadman-pudotuspainolaitteella mitattaessa kuormitus saadaan aikaan pudottamalla paino vaimentimelle, josta kuormitus siirtyy tien pintaan. Kiihtyvyyssanturi mittaa kiihtyvyyden painon osuessa alas. Laitteesta aiheutuva kuormitus on noin 23 kN. Kiihtyvyys muutetaan taipumaksi ja taipuman perusteella laite laskee E-moduulin eli rakenteen kantavuuden. (Gros 1994, 4.)

Loadman-laitteella saadaan mittaustulos, kun laitteella tehdään kaksi pudotusta samaan kohtaan. Mitattu E1-arvo saadaan ensimmäisestä pudotuksesta ja E2-arvo toisesta pudotuksesta. Rakenteen kantavuutena käytetään E2-arvoa. Laite laskee E2- ja E1-arvojen suhteen ($E2/E1$). Jos arvojen suhde on lähellä lukua yksi (1,0), ei rakenne ole enää tiivistynyt toisen pudotuksen vaiku-

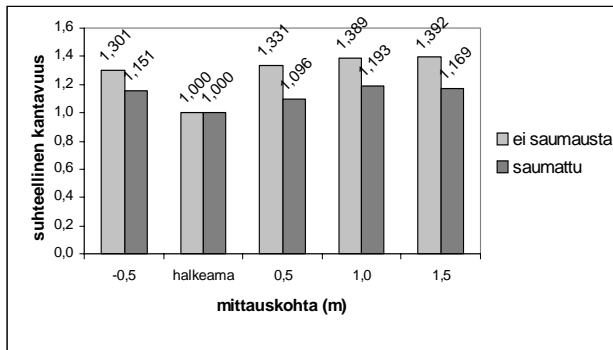
tuksesta merkittävästi. Kesäkuussa saaduissa mittaustuloksissa (liite 1) ei ollut merkittävää eroa saumattujen ja saumaamattomien halkeamien kesken. Tiivistyminen oli pienintä halkeaman kohdalla. Tämä saattaa johtua halkeamakojien suuremmasta kosteudesta.

Kuvassa 13 on rinnakkain kesäkuussa mitatut saumattujen ja saumaamattomien halkeamien E2-arvot. Kuvasta nähdään, että saumattujen halkeamien kohdalla tien kantavuus ei ollut laskenut halkeaman ympärillä olevaan tien kantavuuteen nähden niin paljon, kuin saumaamattomien halkeamien kohdalla.



Kuva 13. Kantavuuksien suhde halkeamassa ja ties-
sä, mittaukset suoritettu 3. - 4.6.2002

Loppukesällä tehtyjen mittausten suhteista nähdään, että ehjän tien kantavuudet verrattuna halkeaman kantavuuteen ovat pienentyneet kesän aikana sekä saumatuilla että saumaamattomilla halkeamilla (kuva 14). Tämä tarkoittaa sitä, että tien kantavuus halkeamassa ja sen läheisyydessä on hieman tasoittunut. Kuvasta 14 nähdään myös, että kantavuus muuttuu saumatuilla halkeamilla vähemmän halkeaman ja ehjän tien välillä. Tilanne tältä osin on sama kuin alkukesällä.



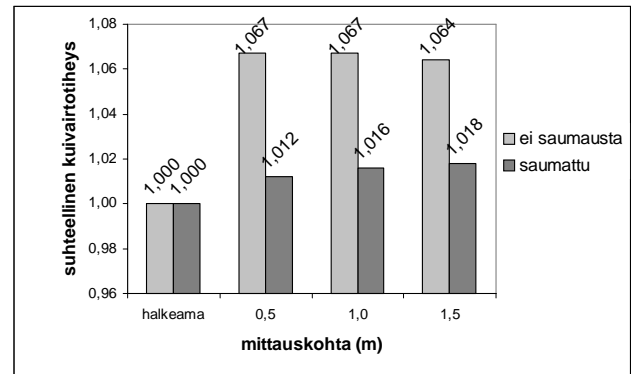
Kuva 14. Kantavuuksien suhde halkeamassa ja tiessä, mittaukset suoritettu 28. - 29.8. ja 6.9.2002

Absoluuttisia kantavuusarvoja tarkasteltaessa havaitaan, että tien kantavuudet saumaamattomilla halkeamilla ovat parantuneet kesän aikana. Saumatuilla halkeamilla kantavuudet ovat sen sijaan laskeneet hieman kesän aikana. Erot alkukesän ja loppukesän tulosten välillä ovat niin pieniä, että ne voidaan tulkita mittalaitteen mittausepätarkuuksiin.

5.2 Kuivairtoteiheyden

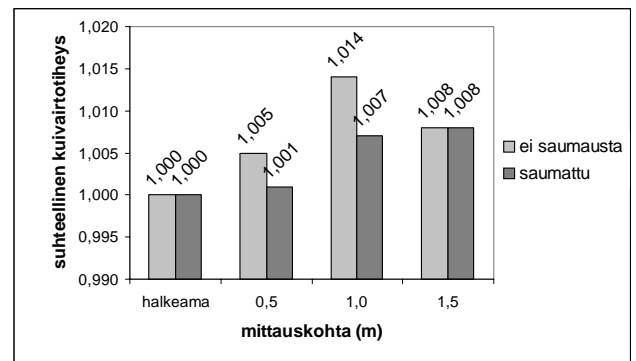
Troxler-3450-laitteella tutkitaan päällysteen alusrakenteen tiheyttä (kg/m^3). Mittauksissa saadaan arvot alusrakenteen kuivairtoteiheydelle, märkäirtoteiheydelle ja alusrakenteen kosteuspitoisuudelle. Irtoteiheydellä tarkoitetaan tilavuusyksikön suuruisen maa-erän massaa (kN/m^3) ja kosteusprosentti ilmaisee rakenteen kosteuspitoisuuden.

Sekä alkua- että loppukesän tulokset osoittavat, että kuivairtoteiheyden muutos halkeaman ja halkeaman läheisyyden välillä oli suurempi saumaamattomilla halkeamilla (kuvat 15 ja 16). Tiiveysasteen osalta tulos on sama, koska rakenteen maksimitiheys eli Proctor-arvo on koko ajan sama. Kun tierakenteen tiheys on heikompi halkeamassa, on rakenteen tiiveys halkeamassa huonompi kuin tien ehjällä osalla. Alkukesän mittauksissa saumatuilla halkeamilla kuivairtoteiheys laskee vain vähän halkeaman kohdalla ja tien rakenteen tiheydessä ei tapahdu suurta muutosta (kuva 15).



Kuva 15. Halkeaman läheisyydestä mitatun kuivairtoteiheyden suhde halkeaman kohdalla mitattuun kuivairtoteiheyteen, mittaukset suoritettu 3. - 4.6.2002

Saumatuilla ja saumaamattomilla halkeamilla kuivairtoteiheyden muutos halkeaman ja ehjän tien välillä oli hyvin pieni loppukesällä tehdyissä mittauksissa.



Kuva 16. Halkeaman läheisyydestä mitatun kuivairtoteiheyden suhde halkeaman kohdalla mitattuun kuivairtoteiheyteen, mittaukset suoritettu 28. - 29.8.2002

5.3 Muut mittaukset

Mittauksista voidaan havaita, että tien kantokyky on halkeaman kohdalla huonompi kuin halkeaman ympärillä, eli halkeama heikentää tien kantokykyä. Liikenteen tulosuunnasta katsottuna 0,5 metriä ennen halkeamaa (mittauspiste -0,5) saatu kantavuuden arvo on tien normaali kantavuus. Kantavuus palautuu normaaliksi noin 1,5 metriä halkeaman jälkeen. Halkeaman jälkeen reilun metrin mittaisella matkalla tien kantokyky on huonompi verrattuna tien normaaliin kantokäyttöön.

Alkukesän mittauksissa saumaamattomissa halkeamissa kosteusprosenttien keskiarvo on hieman korkeampi halkeaman kohdalla (5,7 %) kuin halkeaman läheisyydessä (5,1 – 5,2 %). Kosteusprosentti saumatuilla halkeamilla on halkeamassa ja sen läheisyydessä lähes sama (5,7 – 5,9 %) (liite 1). Loppukesällä tehtyjen mittausten tulokset kertovat, että kosteudet halkeamissa ja niiden läheisyydessä olivat laskeneet kesän aikana (liite 2). Kosteuserot halkeaman ja ehjän tien välillä olivat tasoittuneet kesän aikana. Molemmilla mittauskerroilla saumattujen halkeamien kosteudet olivat hieman suurempia kuin saumaamattomien halkeamien kosteudet.

Halkeaman geometria ei vaihdellut merkittävästi saumattujen ja saumaamattomien halkeamien välillä. Mittaukset osoittivat, että päällyste oli painunut viiden senttimetrin päässä halkeamasta keskimäärin 5 – 8 millimetriä ja 40 senttimetrin päässä korkeuseroa normaaliin päällysteen korkeuteen nähden ei ollut lähes lainkaan. Maastomittauksissa ei havaittu halkeamia, joiden reunat olisivat olleet kääntyneinä ylöspäin.

Ajoneuvoon kohdistuvien tärähdysten lukemien keskiarvo oli suurempi saumatuilla halkeamilla. Suurempi tärähdys saattaa johtua siitä, että sauma oli juotettu joissakin halkeamissa melko täyteen ja sauma oli hieman päällysteen pinnan tasoa korkeammalla.

Halkeamien leveys mitattiin saumaamattomista halkeamista. Saumaamattomat halkeamat olivat leveimmillään uravälissä, jossa ne olivat keskimäärin 17 millimetriä leveitä. Sisäurassa halkeaman leveys oli keskimäärin 7 millimetriä ja ulko-urassa 2 – 3 millimetriä. Halkeaman leveyttä ei voitu mitata saumatuista halkeamista, koska saumaustyö oli ehditty tehdä juuri ennen mittaustyötä. Halkeamien leveyksiä ei tästä syystä voida vertailla keskenään, eikä voitu havainnoida, kuinka saumaus vaikuttaa päällysteen purkautumiseen halkeamien reunoista.

6 HAASTATTELUT

Mittausten lisäksi tutkimuksessa haastateltiin eri tiepiirien päällysteiden uusimisesta ja päällysteiden hoidosta vastaavia henkilöitä. Lisäksi haastateltiin myös muita kannukaatosaumaukseen perehtyneitä henkilöitä. Haastattelut tehtiin tiepiirissä, jossa kannukaatosaumausta käytetään säännöllisesti ja tiepiirissä, jossa poikkihalkeamien saumausta ei käytetä. Haastatteluja varten laadittiin kyselylomake yhteistyössä Tiehallinnon edustajan kanssa (liite 3).

Savo-Karjalan tiepiirissä haastattelut suoritettiin Nurmeksessa 2.7.2002. Haastateltavina olivat Tieliikelaitoksesta projektipäällikkö Heikki Kakkinen ja projektivastaava Reijo Kiiskinen.

Oulun tiepiiriläisiä haastateltiin Kajaanissa 23.7.2002. Haastateltavina olivat Tiehallinnosta tiemestari Kimmo Mäkäräinen ja Tieliikelaitoksesta projektivastaava Seppo Heikkinen. Lisäksi Oulun tiepiirissä haastateltavina olivat 12.8.2002 Tieliikelaitoksesta insinööri Pertti Virkkala ja rakennusmestari Mikko Kinnunen ja 20.8.2002 Tiehallinnosta rakennusmestari Antero Pohjanen ja insinööri Pekka Toiviainen. Urakoitsijoiden puolelta haastateltiin Oulun Lemminkäinen Oyj:stä kehitysinsinööri Juha Pohjolaa, 1.8.2002.

Haastattelun alussa haastateltavalle kerrottiin hie-man tutkimuksen taustaa, kenelle tutkimusta tehdään, mihin tarkoitukseen se tehdään ja kuinka sitä aiotaan hyödyntää. Haastateltavalle kerrottiin myös kuinka ja millä laitteilla maastomittaukset suoritettiin. Haastattelujen jälkeen esiteltiin alku-kesällä suoritettujen maastomittausten mittaustuloksia. Kukin haastattelu kesti keskimäärin tunnin. Haastatteluissa tehtiin muistiinpanoja ja tulokset koottiin muistiinpanojen perusteella.

7 HAASTATTELUJEN TULOKSET

Haastattelukysymykset on jaettu aihepiireittäin väliotsikoiden alle. Kaikki vastaukset on koottu kyseisen kysymyksen alle, jotta vastaukset olisivat helposti vertailtavissa.

7.1 Saumauksessa käytetyt menetelmät ja materiaalit

Mitä halkeamien saumausmenetelmiä ja materiaaleja käytätte?

TIELIIKELAITOS, NURMES: Isommat kuin 3 cm leveät halkeamat paikataan päällystemassalla. Nurmeksessa ei saumata poikkihalkeamia, eikä käytetä kannukaatosauausta.

TIEHALLINTO, KAJAANI: Kajaanin urakka-alueella halkeamia saumataan kannukaato-menetelmällä. Kuumennettua bitumia levitetään kannusta halkeamaan. Käytettävä saumamassa on bitumia B120. Jos halkeama on yli 20 mm leveä, sen pohjalle levitetään hiekkaa. Kajaanin urakka-alueella ei käytetä muita halkeamien saumausmenetelmiä.

LEMMINKÄINEN, OULU: Lemminkäinen käyttää kannukaatomenetelmää. Kuumennettu saumamateriaali kaadetaan halkeamaan ja sauman päälle ripotellaan hiekkaa. Saumausmateriaaleina käytetään yleensä puhallettua bitumia, myös katusaumo ja kumisaumo nimisiä erikoistuotteita käytetään.

TIELIIKELAITOS, OULU: Oulun tiepiirissä käytetään pääasiassa kannukaatosauausmenetelmää ja materiaalina bitumia B120 ja bitumia B200.

TIEHALLINTO, OULU: Halkeaman saumauksessa käytetään kannukaato-menetelmää ja avarrussaumausta. Saumamassana kannukaatomenetelmässä käytetään bitumia ja avarrussaumauksessa kumibitumia, jolla on 1. luokan pakkasenkestävyysominaisuudet.

Oletteko tyytyväisiä käyttämäänne saumausmenetelmään ja -materiaaliin? Menetelmän ja materiaalin kehitysmahdollisuudet?

TIELIIKELAITOS, NURMES: Massalla saumaaminen on työlästä ja saumat halkeilevat usein talven aikana.

TIEHALLINTO, KAJAANI: Kannukaatomenetelmä on nopea. Saumausmassa kovettuu liian pian, eikä tästä syystä valu halkeaman pohjalle. Massa voisi olla myös elastisempaa, jolloin se kestäisi paremmin venymistä. Parempaa materiaalia olisi saatavilla, mutta se on liian kallista. Hinnan suhteen paras mahdollinen menetelmä on kannukaatosauaus. Saumausmenetelmän kehitys jää yksityisen vastuulle, koska saumaustyö ostetaan aliurakoitsijalta.

LEMMINKÄINEN, OULU: Kannukaatomenetelmässä on ehdottomasti kehittämistä. Voisi kehittää esimerkiksi paineilma- ja bitumisuuttimen yhdistelmän. Paineilma puhdistaisi halkeaman ja samalla puhdistamisen jälkeen bitumi juotettaisiin suuttimesta halkeamaan. Materiaaleissakin olisi kehittämistä, koska niiden kuumentaminen on vaikeaa.

TIELIIKELAITOS, OULU: Kannukaatomenetelmää voisi parantaa ja kehittää. Saumausaineen levittämisen monee saumausainetta paljon hukkaan, kun se valuu yli halkeaman. Bitumin hävikki pitäisi saada pienemmäksi ja työtehon täytyisi pysyä ennallaan. Materiaaleihin ei varmaankaan tule muutoksia, koska ne ovat valmiina ostettavia materiaaleja.

TIEHALLINTO, OULU: Kannukaatomenetelmään ja siinä käytettävään materiaaliin ei olla tyytyväisiä. Avarrussaumaukseen ollaan tyytyväisiä ja kokemukset menetelmästä ovat olleet hyviä ja lupaavia. Menetelmän hinta pitäisi saada alhaisemmaksi. Taivalkoskella vuonna 1990 poikkihalkeamia on saumattu avarrussaumausmenetelmällä, saumat ovat kestäneet ja ovat yhä kunnossa.

Oletteko käyttäneet jotakin muuta menetelmää? Onko esimerkkejä muun menetelmän käytöstä?

TIELIIKELAITOS, NURMES: Kannukaatosaumausta käytettiin ennen, mutta menetelmän käyttö lopetettiin kolme vuotta sitten kokonaan. Tielikelaitoksen tekemänä menetelmän käyttö lopetettiin jo kuusi vuotta sitten. Aliurakoitsijat tekivät viimeiset saumat.

TIEHALLINTO, KAJAANI: Joskus on kokeiltu menetelmää, jossa kuuma bitumi vedettiin letkulla pikipannusta ja levitettiin suoraan letkulla halkeamaan. Tämä menetelmä on hitaampi kuin kannukaatomenetelmä.

LEMMINKÄINEN, OULU: Joitakin valuasfalttiin liittyviä menetelmiä on käytetty.

TIELIIKELAITOS, OULU: Jonkin verran massa-saumausta, mutta se on liian kallis menetelmä.

TIEHALLINTO, OULU: Massasaumausta on joskus käytetty.

Onko tämä menetelmä kalliimpi kuin tällä hetkellä käyttämänne menetelmä?

TIELIIKELAITOS, NURMES: Molemmat menetelmät ovat kalliita. Kannukaadon kallis hinta tulee "työntekijästä". Kannukaatosaumauksella siirretään vain päälylystämistarvetta.

TIEHALLINTO, KAJAANI: Saumamassan levitys letkulla tulee kalliimmaksi.

LEMMINKÄINEN, OULU: -

TIELIIKELAITOS, OULU: Massasaumausta on paljon kalliimpi kuin kannukaatosaukaus, hinta on moninkertainen.

TIEHALLINTO, OULU: Massasaumausta on kalliimpi menetelmä kuin kannukaatosaukaus ja saumat ratkeavat samalla tavalla kuin kannukaatosaumauksella tehdyt saumat.

Yhteenveto

Haastattelun perusteella yleisin halkeamien saumaamisessa käytetty menetelmä on kannukaatosaukaus ja käytetyimmät materiaalit ovat bitumia. Myös avarrussaumausta ja massa-saumausta on kokeiltu. Kannukaatomenetelmässä ja menetelmän saumausmateriaaleissa olisi haastateltavien mielestä kehitettävää. Avarrussaumausta kokeilleet olivat tyytyväisiä menetelmään, mutta menetelmän hinta pitäisi saada laskeamaan. Massasaumausta oli myös kokeiltu, mutta kokemukset eivät olleet kovin hyviä ja menetelmän hinta oli korkea.

7.2 Saumauksen määrä, hinta ja ajankohta

Minkä tyyppisiä halkeamia saumaatte?

TIELIIKELAITOS, NURMES: Enimmäkseen saumataan pitkittäishalkeamia.

TIEHALLINTO, KAJAANI: Kajaanin urakka-alueella saumataan enimmäkseen poikkihalkeamia ja pituushalkeamia, jonkin verran myös verkko-
halkeamia.

LEMMINKÄINEN, OULU: Saumataan routavaurioista ja pakkshalkeamista johtuvia poikkihalkeamia. Yleensä saumaustyö tehdään kannukaato-menetelmällä, mutta jokin muu menetelmä voisi olla sopivampi.

TIELIIKELAITOS, OULU: Pituus- ja poikkihalkeamia, joskus myös verkko-
halkeamia saumataan.

TIEHALLINTO, OULU: Saumataan pakkaskatkoja, poikkihalkeamia ja jonkin verran pituushalkeamia.

Paljonko saumaatte halkeamia vuodessa?

TIELIIKELAITOS, NURMES: Kuumia massoja käytetään paikkaukseen noin 25 000 kg kesässä ja kylmiä massoja 40 000 – 50 000 kg kesässä. Kannukaatosaumausta ei käytetä.

TIEHALLINTO, KAJAANI: Vuonna 2002 Kajaanin urakka-alueella saumattiin halkeamia yhteensä noin 70 000 juoksumetriä. Saumauksessa men-
nään kuitenkin hieman laskevaan suuntaan, vuonna 2003 saumataan 70 000 juoksumetriä ja vuonna 2004 50 000 juoksumetriä.

LEMMINKÄINEN, OULU: Oulun piirissä Lemmin-käinen ei saumaa halkeamia. Markkinat eivät ole merkittävät, eikä saumaustyö ole kannattavaa. Hinta pitäisi laskea hyvin alas, jotta urakkakilpailussa voisi pärjätä, mutta niin alhaisilla hinnoilla ei työtä kannata tehdä.

TIELIIKELAITOS, OULU: Tieliikelaitos ei tee saumausta. Markkinat eivät ole merkittävät.

TIEHALLINTO, OULU: Oulun Tiepiirissä paika-
taan noin 1 miljoonalla eurolla vuodessa, tähän
kuuluu kaikki paikkaukset. Kannukaatosaumausta
tehdään noin 350 000 juoksumetriä Oulun tiepiiris-
sä, määrä sisältää sekä poikkihalkeamat että pi-
tuushalkeamat. Avarrussaumausta tehdään noin
15 000 juoksumetriä vuodessa.

Mitä saumaaminen maksaa?

TIELIIKELAITOS, NURMES: Kannukaatosau-
mauksen nykyistä hintaa ei tiedetä, koska mene-
telmää ei käytetä.

TIEHALLINTO, KAJAANI: Kannukaatosaumaus
maksaa noin 0,37 euroa/juoksumetri.

LEMMINKÄINEN, OULU: Saumaaminen on kallis-
ta työtä. Työssä tarvitaan useampia miehiä ja hinta
työlle tulee palkoista sosiaalikuluihin ja sau-
maus-materiaalista. Työn hinta kasvaa liian isoksi
urakkakilpailua ajatellen.

TIELIIKELAITOS, OULU: Kannukaatosaumaus
maksaa alle 0,5 euroa/juoksumetri.

TIEHALLINTO, OULU: Kannukaatosaumaus
maksaa 0,35 – 0,50 euroa/juoksumetri. Avar-
russaumaus maksaa 8 – 10 euroa/juoksumetri.
Avarrussaumauksessa saumausmateriaalit ovat
kalliita, materiaali maksaa noin 2 euroa/kg ja sau-
mausainetta menee noin 1 kg/juoksumetri. Avar-
russaumausten hinta on menetelmän kehittä-
misen aikainen hinta. Kilpailu pudottaisi hintaa.

Mihin aikaan vuodesta saumataan?

TIELIIKELAITOS, NURMES: Saumaaminen aloi-
tetaan keväällä, huhtikuun puolessa välissä ja se
jatkuu toukokuun puoleen väliin, tarvittaessa pi-
tempään. Vaarallisimpia halkeamia saumataan ai-
kaisemminkin, jos on tarvetta.

TIEHALLINTO, KAJAANI: Saumaaminen aloite-
taan huhtikuussa tai toukokuussa. Kevyenliiken-
teenväylät saumataan toukokuun loppuun men-
nessä, ajoradoilla saumausta voidaan tehdä kesä-
kuulle asti. Saumaustyö pyritään tekemään ennen
ajoratamaalauksia.

LEMMINKÄINEN, OULU: Saumaus tapahtuu tou-
kokuun aikana. Työ tulisi suorittaa noin kolmen
viikon aikana.

TIELIIKELAITOS, OULU: Pääasiassa saumaus
suoritetaan maaliskuusta huhtikuussa, mutta touko-
kuussakin saumataan jonkin verran. Saumaus
tehdään silloin, kun routa on pahimmillaan.

TIEHALLINTO, OULU: Kannukaatosaumaus teh-
dään keväällä. Avarrussaumaus tehdään keväällä
ja syksyllä. Avarrussaumausta voi periaatteessa
tehdä läpi vuoden, mutta talvella sulatuskustan-
nukset nostavat hintaa.

Ovatko halkeamat kiinni keväällä?

TIELIIKELAITOS, NURMES: Halkeamat ovat auki
keväällä.

TIEHALLINTO, KAJAANI: Halkeamat ovat auki
keväällä ja siksi toukokuu on ihanteellinen aika
saumata halkeamat. Avonaiseen halkeamaan
saadaan juotettua bitumia paremmin. Halkeamat
ovat auki keväällä vaikka ne on paikattu edellisenä
kesänä. Bitumi on kulunut ja murtunut pois halkea-
masta edellisen kesän ja talven aikana.

LEMMINKÄINEN, OULU: Keväällä halkeamat
ovat auki.

TIELIIKELAITOS, OULU: Halkeamat ovat auki ke-
väällä.

TIEHALLINTO, OULU: Riippuu keväästä, mutta
yleensä halkeamat ovat auki. Kannukaatomene-
telmällä saumatut halkeamat voivat olla auki jo
talvea edeltävänä syksynä.

Yhteenveto

Kaikki haastateltavat mainitsivat saumausten
suorittamisen ajankohdaksi kevään. Kannukaato-
saumaus tehdään keväällä huhtikuun ja touko-
kuun aikana ja eniten saumataan pituus ja poikki-

halkeamia. Jokainen haastateltavista totesi halkeamien olevan keväällä auki.

Kannukaatosaukauksen hinta on noin 0,35 – 0,5 euroa/juoksumetri. Hinta määräytyy käytettävän saumamateriaalin hinnan ja urakan koon mukaan. Avarrussauma maksaa 8 – 10 euroa/juoksu-metri. Urakoitsijat (Lemminkäinen ja Tieliikelaitos) eivät pidä saumausta niin merkittävänä liiketoime-na, että heidän kannattasi sitä tehdä.

7.3 Halkeamista aiheutuvia haittoja

Mitä haittaa poikkihalkeamista on?

TIELIIKELAITOS, NURMES: Poikkihalkeamista aiheutuva tärähdys vaikuttaa ajomukavuuteen negatiivisesti. Poikkihalkeamat eivät ole liikenneturvallisuuteen vaikuttava tekijä.

TIEHALLINTO, KAJAANI: Jos poikkihalkeamat jätetään paikkaamatta, vesi pääsee halkeaman kautta tien runkoon. Talvella vesi jäätyy tien rungossa ja kesällä vesi painaa päällysteen reunoja alas halkeaman molemmilta puolilta. Halkeaman reunasta päällyste purkautuu ja reikiintyy. Poikkihalkeamat ovat liikenneturvallisuusriski ja vaikuttavat negatiivisesti ajomukavuuteen. Talvella poikkihalkeamista aiheutuvien tärähdysten johdosta raskaasta liikenteestä irtoaa ja putoilee tielle lumi-paakkuja.

LEMMINKÄINEN, OULU: Tienkäyttäjälle haittavai-kutus syntyy tärähdyksestä, joka tuntuu halkeaman ylitse ajettaessa. Vesi pääsee tien rakenteeseen halkeaman kautta ja veden vaikutuksesta tien kantavuus heikkenee. Päällysteelle tulee vaurioita vedestä, veden jäätymisestä ja ajoneuvojen renkaiden iskuista. Haitat riippuvat halkeamien koosta ja määrästä.

TIELIIKELAITOS, OULU: Kun vesi pääsee halkeaman kautta tien runkoon, routavaurioita tulee lisää. Autolla ajaessa tärähdykset tuntuvat epämiellyttävältä, varsinkin matalan profiilin renkailla ajettaessa. Raskasliikenne rasittaa ja särkee tietä halkeamien kohdalla. Poikkihalkeamilla ei ole vaikutusta liikenneturvallisuuteen. Poikkihalkeamista aiheutuu tiehen pituussuuntaista epätasaisuutta.

TIEHALLINTO, OULU: Poikkihalkeaman johdosta

tiessä on epäjatkuvuuskohta ja tien pinta on epätasainen halkeaman takia. Tärähdyksestä on haittaa ajoneuvoille. Tienpitäjälle tulee kustannuksia poikkihalkeamista, koska päällyste voidaan joutua uusimaan ennenaikaisesti poikkihalkeamien takia, vaikka päällyste olisi muuten kunnossa ja kestäisi vielä 3 – 5 vuotta. Palvelutason ylläpitämisen takia joudutaan uusimaan päällysteitä, joilla poikkihalkeamia esiintyy. Tien rakenne väsyä, kun liikenteestä aiheutuu jatkuvaa räsitusta. Aura-auton aura voi tökätä koholla olevaan halkeaman reunaan, aura voi särkyä ja päällyste voi vaurioitua. Poikkihalkeaman kautta vesi pääsee tien rakenteisiin ja irrottaa kiviä. Kivet tukkivat halkeaman ja tästä aiheutuu lisää routimista.

Kuinka usein halkeamien seurauksena on

- a) asfaltin purkautuminen halkeaman reunasta
- b) routanousut
- c) vesi huuhtelee hienoja aineksia kantavasta kerroksesta halkeaman kohdalla
- d) kantava kerros pehmenee, verkkohalkeamat ja urापainaumat päällysteessä?

TIELIIKELAITOS, NURMES: Asfaltti purkautuu harvoin halkeaman reunasta, jos on kyseessä uusi, ehjä ja kulumaton päällyste. Purkautumista halkeaman reunasta on havaittu jonkin verran vanhoilla päällysteillä, varsinkin jos päällysteessä on selvät ajourat. Routanousut eivät johdu halkeamista, vaan niiden aiheuttajana on yleensä tien rakenteissa tehdyt virheet. Kantavan kerroksen pehmenemistä vanhemmilla päällysteillä on havaittu jonkin verran. Verkkohalkeamien ja urापainauman syynä on yleensä jokin muu kuin halkeama.

TIEHALLINTO, KAJAANI: Havaintoja edellä mainituista vaurioista on jonkin verran. Halkeamat korjataan vuosittain, joten vauriot eivät pääse etenemään pitkälle. Jos paikkaaminen jätetään tekemättä, vaurioita on odotettavissa 5 – 7 vuoden kuluessa. Paikkaamatta jättäminen edesauttaa vaurioiden syntymistä.

LEMMINKÄINEN, OULU: Havaintoja kaikista edellä mainituista vaurioista on. Näin pohjoisessa ei voida välttää halkeamilta ja edellä mainituilta seurauksilta. Haitat riippuvat halkeamien määrästä ja koosta. Täällä ei voi käyttää niin pehmeää ja joustavaa bitumia, että halkeamilta välttyttäisiin.

TIELIIKELAITOS, OULU: Vanhat AB-päällysteet voivat purkautua halkeaman reunoilta. Routanousut eivät ole iso ongelma. Verkkohalkeamia syntyy hyvin harvoin halkeamien seurauksena. Tien kantavuus heikkenee poikkihalkeaman johdosta.

TIEHALLINTO, OULU: Havaintoja on kaikista mainituista seurauksista. Pienin haittoista on asfaltin purkautuminen. Routanousut ovat jokakeväinen ongelma. Halkeamien seurauksena päällysteeseen tulevat painaumat ovat vakavin haitta, josta syntyy ennenaikainen päällystämistarve.

Kuinka usein halkeamien seurauksena syntyy joitakin muita liikennettä haittaavia seurauksia?

TIELIIKELAITOS, NURMES: -

TIEHALLINTO, KAJAANI: Halkeamat ovat liikenneturvallisuusriski ja ne vaikuttavat negatiivisesti ajomukavuuteen.

LEMMINKÄINEN, OULU: Tärähdykset ajettaessa halkeamien ylitse.

TIELIIKELAITOS, OULU: Jos tiessä on vettä läpäisemätön stabiloitu pohja, roudan vaikutuksesta vesi jäätyy ja nostaa päällysteen reunoja ylöspäin.

TIEHALLINTO, OULU: Poikkihalkeamista aiheutuu tärähdyksiä liikenteelle, pölykapseleita yms. voi irrota ajoneuvoista.

Onko tienkäyttäjien tai kevyenliikenteen taholta tullut valituksia poikkihalkeamista, pituus- tai muista halkeamista tai saumoista?

TIELIIKELAITOS, NURMES: Ajoneuvoliikenne ei valita poikkihalkeamista, eikä muistakaan halkeamista. Pituushalkeamista valituksia on tullut kevyen liikenteen osalta, esim. pyöräilijä on kaatunut pituushalkeamaan ajettuaan. Bitumipaikoista on tullut huomautuksia moottoripyöräilijöiden osalta, koska paikat ovat liukkaista ja ne aiheuttavat kaatumisvaaran.

TIEHALLINTO, KAJAANI: Kevyenliikenteen väylillä olevista pituushalkeamista on tullut valituksia rullaluistelijoiden ja pyöräilijöiden osalta. Rullaluistelijoiden rullat ja pyörän renkaat menevät pituushal-

keamiin. Myös bitumipaikoista on valitettu rullaluistelijoiden ja pyöräilijöiden osalta, bitumi tarttuu rullaluistelijoiden rulliin ja kapeisiin pyörän renkaisiin. On myös valitettu, että bitumia on tarttunut koiran tassuihin. Autoilijat ovat valittaneet jonkin verran poikkihalkeamista johtuvista tärähdyksistä, mutta valituksia on loppujen lopuksi tullut melko vähän. Tärähdyksen vaikutus autoon on isompi, jos autossa on matalaprofiiliset renkaat.

LEMMINKÄINEN, OULU: Tienkäyttäjät ja kevytliikenne valittavat paikoista ja saumoista, esim. rullaluistelijat ovat luistelleet pehmeisiin bitumipaikoihin ja ajoneuvot ovat likaantuneet roiskuvasta bitumista. Autoja on jouduttu pesemään. Bitumista on haittaa moottoripyöräilijöille, koska bitumipaikka voi olla liukas. Saumaustyöstä valitetaan, koska se hidastaa liikennettä.

TIELIIKELAITOS, OULU: Valituksia paikkaustyöstä tulee, kun työ on käynnissä. Pehmeä bitumi sotkee kuumana autoja.

TIEHALLINTO, OULU: Tiehallinto tekee haastatteluja ja tutkimuksia, mutta niissä ei ole kysytty tienkäyttäjien mielipiteitä poikkihalkeamista. Valitukset tulevat tiemestareille, jotka välittävät tiedon eteenpäin. Kevyenliikenteen väylien osalta valituksia tulee enemmän. Paikkaamisesta valituksia tulee, jos autot ovat sotkeutuneet kannukaatomenetelmällä levitetystä bitumista. Moottoripyöräilijät valittavat kannukaatosaumauksista ja valuasfaltti-paikoista.

Yhteenveto

Kaikki haastateltavat pitivät veden pääsyä halkeaman kautta tien rakenteisiin ongelmana ja halkeaman yli ajettaessa ajoneuvoon kohdistuvaa tärähdystä pidettiin epämiellyttävänä autoilijan ja matkustajien kannalta. Osa haastateltavista piti halkeamia jopa liikenneturvallisuusriskinä. Halkeamista aiheutuu kustannuksia tienpitäjälle, koska päällyste voidaan joutua uusimaan ennenaikaisesti poikkihalkeamien takia.

Haastattelujen perusteella valituksia halkeamista tulee enimmäkseen kevyenliikenteen osalta ja erityisesti pituushalkeamista, joskus myös autoilijat voivat valittaa, jos he ovat sotkeneet autonsa bitumiroiskeilla. Moottoripyöräilijät valittavat liukkaista bitumipaikoista.

7.4 Saumauksen hyödyt

Miksi saumaatte/ette saumaa poikkihalkeamia?

TIELIIKELAITOS, NURMES: Nurmeksessa ei saumata, koska Tiehallinto ei tilaa saumaustyötä. Syynä saumaamattomuuteen on, että poikkihalkeamista ei ole aiheutunut ongelmia.

TIEHALLINTO, KAJAANI: Saumaamisella pyritään estämään edellä mainittujen (a) – d) vaurioiden syntyminen tai hidastetaan vaurioiden parhenemista.

LEMMINKÄINEN, OULU: Markkinat eivät ole merkittävät, eikä saumaustyö ole kannattavaa. Työn hinta kasvaa liian isoksi urakkakilpailua ajatellen.

TIELIIKELAITOS, OULU: Tieliikelaitos ei saumaa. Markkinat eivät ole merkittävät.

TIEHALLINTO, OULU: Saumaamisen avulla päällysteen kestoikää saadaan jatkettua ja tien palvelutaso saadaan pidettyä kohdallaan saumauksen ansiosta. Saumauksella torjutaan tien rakenteen heikkenemistä.

Mitä hyötyä poikkihalkeamien saumaamisesta on?

TIELIIKELAITOS, NURMES: Poikkihalkeamien saumaamisesta ei ole hyötyä. Saumaaminen voi tasata jonkin verran tien pintaa ja se voi estää veden pääsyä rakennekerroksiin.

TIEHALLINTO, KAJAANI: Saumaamisen avulla saadaan päällysteen ikää pidennettyä ja saumaamisen avulla saadaan parannettua liikennemukavuutta ja turvallisuutta.

LEMMINKÄINEN, OULU: Saumaamisella estetään veden pääsyä tien rakenteisiin. Kannukaatosaumauksella ei ole muuta merkitystä.

TIELIIKELAITOS, OULU: Saumauksella estetään veden pääsyä tien rakenteisiin ja sen avulla saadaan siirrettyä päällysteen korjaustarvetta.

TIEHALLINTO, OULU: Saumauksen ansiosta päällysteen kestoikä jatkuu ja tien palvelutaso pysyy ennallaan.

Onko kohteita, joissa saumaamaton halkeama olisi vaurioitunut nopeammin edellä mainittujen esimerkkien a) – d) (ks. 40) suhteen kuin saumattu halkeama? Onko esimerkkejä kohteista, joissa paikkaus olisi auttanut?

TIELIIKELAITOS, NURMES: -

TIEHALLINTO, KAJAANI: Tutkimuksia ei ole tehty ja vertailukohteita ei ole, koska kaikki halkeamat saumataan. Vaatisi kymmenen vuotta kestäviä tutkimuksia koealueella, jossa osa halkeamista saumattaisiin ja osa jätettäisiin auki, jotta kysymyseen voisi vastata tiedon perusteella. Mielenpide on, että tie vaurioituu nopeammin, jos halkeamia ei saumata.

LEMMINKÄINEN, OULU: Tosiasia varmaankin on, että saumaamaton halkeama vaurioituu nopeammin kuin saumattu. Saumaamisesta on hyötyä.

TIELIIKELAITOS, OULU: Saumauksesta on hyötyä. Jos ei saumata, päällysteen reuna voi purkautua tai murentua halkeamaan.

TIEHALLINTO, OULU: Riippuu menetelmästä onko saumaaminen auttanut. Kannukaatosaukaus ei pysäytä tai hidasta vaurioitumista, mutta avarussaumauksesta on apua. Kello – Räinänperä välillä avarussaukaus on auttanut. Tiellä on paljon liikennettä, joten saumaamisesta saatu hyöty on moninkertainen verrattuna vähäliikenteisiin teihin.

Yhteenveto

Urakoitsijoiden kannalta kannukaatosaukausta ei kannata tehdä, koska markkinat eivät ole merkittäviä, eikä saumaustyö ole liiketoimena kannattavaa. Savo-Karjalan tiepiirissä ei saumata poikkihalkeamia, koska Tiehallinto ei tilaa saumaustyötä. Oulun tiepiirissä poikkihalkeamia saumataan, koska saumauksen avulla voidaan estää ja hidastaa vaurioiden syntymistä ja samalla saadaan jatkettua päällysteen kestoikää. Saumaamisella estetään vedenpääsyä tien rakenteisiin.

7.5 Saumoista ja saumaustyöstä aiheutuvia ongelmia

Onko saumoista irronnut bitumia?

TIELIIKELAITOS, NURMES: Kun saumausta käytettiin, leveimpien saumojen päälle ripoteltiin hiekkaa sitomaan bitumia. Bitumia ei yleensä irronnut.

TIEHALLINTO, KAJAANI: Välittömästi saumaustyön jälkeen bitumia irtoaa jonkin verran ja sitä saattaa roiskua autojen kylkiin. Jos bitumi ei ehdi jähmettyä paikkaustyön jälkeen, se voi irrota halkeamasta renkaiden mukaan nauhoina. Bitumia ei irtoa muulloin kesän aikana juuri lainkaan, mutta bitumi murtuu ja kuluu pois ajan mittaan.

LEMMINKÄINEN, OULU: Kyllä bitumia on irronnut, varsinkin silloin kun bitumia on kaadettu liikaa halkeamaan. Bitumia irtoaa myös silloin, kun halkeamaa ei ole puhdistettu.

TIELIIKELAITOS, OULU: Juuri levitetty bitumi irtoaa. Jos bitumia on annosteltu liikaa halkeamaan, niin se saattaa tarttua renkaisiin ja roiskua auton kylkiin. Bitumin roiskumista pyritään estämään levittämällä hiekkaa sauman päälle.

TIEHALLINTO, OULU: Bitumia ei irtoa kannukaatomenetelmällä eikä avarrussauhausmenetelmällä saumatuista halkeamista. Vasta levitetty bitumi voi roiskua.

Onko saumoista aiheutunut ongelmia liikenteelle?

TIELIIKELAITOS, NURMES: Kun kannukaatosauhausta käytettiin, jotkut autoilijat vaativat autonpesua, koska autoihin oli roiskunut bitumia. Moottoripyöräilijä on kaatunut saumattuun pituushalkeamaan, koska sauma oli liukas.

TIEHALLINTO, KAJAANI: Tienkäyttäjät voivat sotkea autonsa bitumiroiskeilla. Jos bitumia on suurella alueella, esimerkiksi useita pituushalkeamia vierekkäin saumattuna tai verkkohalkeaman paikka, bitumi voi olla liukasta erityisesti sateella. Moottoripyöräilijä on kaatunut liukkaan bitumi-paikan takia. Kevyenliikenteen väylillä saumoista on tarttunut bitumia rullaluistimien rulliin ja pyörän renkaisiin.

LEMMINKÄINEN, OULU: Autoja on sotkeutunut bitumilla.

TIELIIKELAITOS, OULU: Vain saumaustyöstä on aiheutunut liikennehaittoja.

TIEHALLINTO, OULU: Moottoripyöräilijöitä on kaatunut liukkaiden paikkojen takia. Autoja on sotkeutunut juuri levitetyn bitumin roiskuessa auton kylkiin.

Onko saumaustyössä ilmennyt työntekijöille ongelmia, onnettomuuksia tai läheltä piti –tilanteita?

TIELIIKELAITOS, NURMES: Kerran kannukaatosauhaustyön yhteydessä pikipata on syttynyt tuleen, jonka seurauksena pikipataa kuljettanut auto paloi. Työntekijöille on tullut työssä pieniä palovammoja. Ei suuria henkilövahinkoja.

TIEHALLINTO, KAJAANI: Liikenneturvallisuusasiaan on kiinnitetty erityisesti huomiota. Työskentely saa tapahtua vain yhdellä kaistalla liikenteen menosuuntaan, vastaantulevan liikenteen kaistalla ei saa työskennellä, eikä tätä kaistaa saa ylittää. Työskentely tapahtuu auton edessä, jolloin auto on suojana. Työntekijöillä täytyy olla tieturvakoulutus suoritettuna. Turvallisuusohjeita laiminlyödään ja läheltä piti -tilanteita on sattunut. Suurimpana syynä läheltä piti -tilanteille on muun liikenteen piittaamattomuus. Tietoon ei ole tullut, että kukaan olisi loukkaantunut kuuman bitumin kanssa työskenneltäessä.

LEMMINKÄINEN, OULU: Onnettomuuksia on varmasti sattunut. Työntekijöiden suojaus on melko heikkoa ja käytännössä työtä tehdään kahdella kaistalla. Bitumin kanssa on sattunut joitakin pieniä palovammoja, esimerkiksi palovammoja käsiin.

TIELIIKELAITOS, OULU: Läheltä piti -tilanteita sattuu varmasti jatkuvasti. Liikenteen ohjaus on järjestetty puutteellisesti. Työ siirtyy koko ajan eteenpäin, mutta merkit eivät aina siirry työn kanssa samaa vauhtia eteenpäin. Työn aikaisia nopeusrajoituksia ei ole.

TIEHALLINTO, OULU: Onnettomuuksia ei ole tapahtunut, jos olisi tapahtunut, ne olisivat tulleet julki. Läheltä piti -tilanteita varmasti sattuu, mutta niistä Tiehallinto ei saa tietoa.

***Kuinka olette järjestäneet liikenteenohjauksen
saumastyön ollessa käynnissä ja kuinka va-
roitatte liikennettä saumastyöstä?***

TIELIIKELAITOS, NURMES: Kun saumausta tehtiin, työtä tehtiin 1,5 km:n pituisina jaksoina. Työmaan molemmissa päissä oli tietyömerkit ja nopeusrajoitus laskettiin 50 km:iin/h. Käytettiin valo-ohjauspaneeleja ja autossa oli huomiovilkut. Työtä tehtiin vain yhdellä kaistalla, eikä vastaantulevan liikenteen kaistaa ylitetty. Työntekijöiden vaatetus oli asianmukainen suojavaatetus.

TIEHALLINTO, KAJAANI: Urakoitsija antaa suunnitelman liikenteen ohjauksesta työn tilaajalle hyväksyttäväksi. Auton perässä on varoitusaita, johon on kiinnitetty liikennemerkki tietyö, ajosuunta- nuoli ja lisäkilpi: "Varo tuoretta bitumia". Autossa on kaksi pyörivää tehovilkku katolla ja myös varoitusaidassa on vilkku. Jos maasto on sellainen, että näkyväisyys on huono, käytetään tietyömerkkiä lisäkilvellä: "Saumastyö". Työntekijöillä on varoitusvaatetus eli 2. luokan turvaliivi. Jos maasto on sellainen, että näkyväisyys on huono, käytetään ennen työkohtetta liikennemerkkiä tietyö lisäkilvellä: "Saumastyö". Paikkaustyöstä informoidaan tienkäyttäjiä liikennekeskuksen kautta, josta tiedotteet menevät paikallisradioon. Joskus tienkäyttäjät saavat informaatiota myös lehdistön kautta.

LEMMINKÄINEN, OULU: Ennen paikkauskohdetta on siirrettävä tietyömerkki. Pahimmissa paikoissa käytetään suoja-aitoja ja kartioita. Ajoneuvoissa on vilkut. Vilkasliikenteisillä teillä järjestetään liikenteenohjaus. Työntekijöillä on varoitusvaatetus, eli liivi. Työntekijät ovat suorittaneet tieturvakoulutuksen.

TIELIIKELAITOS, OULU: Tiellä ennen saumaskohdetta on tietyömerkki. Saumastyöstä tienkäyttäjiä informoidaan liikenne radion välityksellä.

TIEHALLINTO, OULU: Urakoitsijat tekevät tiemestarille liikenteenohjaus-suunnitelman hyväksyttäväksi. Urakoitsijat pitävät yhteyttä liikennekeskukseen viikoittain ja ilmoittavat missä työskentelevät ja mitä tekevät.

Yhteenveto

Haastattelujen mukaan bitumia voi irrota jonkin verran välittömästi saumastyön jälkeen. Autot voivat sotkeutua roiskuvaan bitumiin. Kevyen liikenteen väylillä saumoista on tarttunut bitumia rullaluistimien rulliin ja pyörän renkasiin. Moottori- pyöräilijöitä on kaatunut liukkaiden bitumipaikkojen takia.

Haastatteluissa selvisi, että saumastyön yhteydessä työntekijöille sattuu läheltä piti -tilanteita jatkuvasti. Syitä tällaisten tilanteiden syntymiselle ovat turvallisuusohjeiden laiminlyönnit, esimerkiksi työskentely vastaantulevan liikenteen kaistalla ja liikenteen välinpitämätön suhtautuminen. Työntekijät ovat lisäksi melko heikosti suojattuja ja liikenteen ohjaus voi olla puutteellista. Suurempia onnettomuuksia kuumen bitumin kanssa työskennellessä ei ole tapahtunut, vain joitakin pieniä palovammoja.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Alkuperäisten suunnitelmien mukaan opinnäytetyö olisi koostunut pelkästään haastatteluista, mutta maastomittaukset päätettiin lisätä yhdeksi tutkimuksen osa-alueeksi. Jos maastomittauksia ei olisi suoritettu, opinnäytetyöstä olisi puuttunut konkreettinen poikkihalkeamatutkimus. Tien kantavuusmittaukset oli tarkoitus tehdä keväällä silloin, kun roudan sulaminen on suurinta ja halkeamat ovat leveimmillään. Lämpimän toukokuun johdosta routa oli voinut sulaa ja alkukesän mittausajankohta (3. - 4.6.2002) saattoi olla hieman liian myöhäinen. Päätötyöhön liittyvät haastattelut onnistuivat hyvin.

Maastomittausten tulosten mukaan poikkihalkeamien saumaamisella tai saumaamattomuudella ei ole suurta vaikutusta tien kantavuuteen eikä tien kosteuspitoisuuteen. Syy siihen, miksi saumattujen teiden kantavuudet ovat parempia kuin saumaamattomien teiden kantavuudet (liitteet 1 ja 2), voi olla se, että tiet ovat eri tieluokassa. Saumatut halkeamat sijaitsevat pääsääntöisesti valtateillä ja saumaamattomat kantateillä. Maastomittauksissa mittaukset suoritettiin kannukaatomenetelmällä saumatuista halkeamista, joten mittausten tuloksia ei voi liittää avarrussaumauksella saumattuihin halkeamiin.

Maastomittauksissa selvisi, että saumattujen halkeamien kantavuus verrattuna ehjän tien kantavuuteen oli hieman tasaisempi kuin saumaamattomilla halkeamilla. Saumattujen halkeamien kohdalla ei ollut niin suurta kantavuuden heikkenemistä ehjään tiehen verrattuna kuin saumaamattomilla halkeamilla. Saukaus on voinut estää kosteuden pääsemistä halkeamaan vaurioittamaan tien rakennetta ja sen johdosta halkeaman kantavuus ei ole niin alhainen.

Näin vähäisten maastomittausten perusteella on vaikea varmasti sanoa, kannattaako kannukaatosaukausta tehdä. Halkeamien saumauksen tutkimista varten täytyisi olla koeosuuksia, joilla osa halkeamista saumattaisiin ja osa jätettäisiin auki. Saumaamisessa voisi käyttää erilaisia menetelmiä ja materiaaleja. Vuosien mittaan voisi havainnoida, kuinka kantavuudet muuttuvat ja vaikuttaa-

ko saumaus tien rakenteen kestävyys. Myös menetelmien eroista ja paremmuudesta saataisiin tätä kautta tietoa.

Haastattelujen perusteella halkeamia kannattaa saumata. Haastattelujen mukaan saumaustyötä tehdään pääsääntöisesti siksi, että sen avulla saadaan jatkettua päällysteen ikää ja säästetään päällystyskustannuksissa. Saumauksella pyritään estämään veden pääsyä tien rakenteisiin ja sitä kautta tien rungon vaurioitumista voidaan estää. Haastateltavat pitivät kannukaatosaukausta menetelmänä, joka vaatisi huomattavasti kehittämistä. Myöskään kannukaatosaukauksessa käytettäviin materiaaleihin ei oltu tyytyväisiä. Avarrussaumauksesta puolestaan oli hyviä kokemuksia, mutta menetelmän hinta on melko korkea.

Vaikka saumauksen avulla voidaan välttyä tien päällystämislä ja siitä aiheutuvalta kustannuksilta, voivat saumauksesta aiheutuvat kustannukset olla huomattavia. Yleensä kannukaatomenetelmällä tehty saumaus kestää vain noin vuoden ja joskus vain yhden kesän. Saumat on näin ollen uusittava joka kevät. Jos saumaustyötä tehdään nykyisellä kustannustasolla, olisi kyseessä olevan päällysteen uusimista pystyttävä siirtämään vähintään yhdellä vuodella. Tehtyjen mittausten ja haastattelujen perusteella tähän voidaan hyvillä työmenetelmillä ja materiaaleilla maksimissaan päästä.

Johtopäätöksenä voidaan sanoa, että kannukaatosaukausmenetelmää ja saumausmateriaaleja kannattaa kehittää, koska onnistuessaan saumaus voisi olla taloudellisesti kannattavaa.

LÄHTEET

Ehrola, E. 1986. Asfalttipäällysteiden poikittais-
halkeilu matalissa lämpötiloissa ja siihen vaikutta-
vat tekijät. Oulu: Oulun yliopisto. Tie- ja liikenne-
tekniikan laboratorio.

Gros, C. & Korsu, P. 1994. Loadman – kannetta-
van pudotuspainolaitteen käyttö. Oulu: Oulun yli-
opisto. Tie- ja liikennetekniikan laboratorio. Diplo-
mityö.

Heikkinen, Seppo, projektivastaava, Tieliikelaitos,
Kajaani. Haastattelu 23.7.2002.

Huhtala, R. 1985. Tutkimus päällystettyjen teiden
poikittaishalkeiluun vaikuttavista tekijöistä. Oulu:
Oulun yliopisto. Tie- ja liikennetekniikan laborato-
rio. Diplomityö.

Juola, Jukka, Andament : Re: Kuvia päättötyötä
varten. Vastaanottaja: Birgitta Puurunen. 16.9.
2002.

Kakkinen, Heikki, projektipäällikkö, Tieliikelaitos,
Nurmes. Haastattelu 2.7.2002.

Kiiskinen, Reijo, projektivastaava, Tieliikelaitos,
Nurmes. Haastattelu 2.7.2002.

Kinnunen, Mikko, rakennusmestari, Tieliikelaitos,
Kajaani. Haastattelu 12.8.2002.

Kotimäki, H. 1991. Tierakenteen kantavuusvaihtelu
ja laskennalliset kantavuudet. Helsinki: Tiehal-
litus, kehittämiskeskus.

Mäkäräinen, Kimmo, tiemestari, Tiehallinto, Ka-
jaani. Haastattelu 23.7.2002.

Pohjola, Juha, kehitysinsinööri, Lemminkäinen
Oyj, Oulu. Haastattelu 1.8.2002.

Pohjanen, Antero, rakennusmestari, Tiehallinto,
Oulu. Haastattelu 20.8.2002.

Reihe, Mats, tieinsinööri, Tiehallinto, Helsinki.
Laskelma 24.4.2002.

Tiehallinto. Ohjejulkaisut verkossa. Liikennejärjes-
telyt ja työturvallisuus tiellä tehtävässä työssä.
[Http://www.tiehallinto.fi/thohje/pdf/tyoturva.pdf](http://www.tiehallinto.fi/thohje/pdf/tyoturva.pdf).
Hakupäivä 30.7.2002.

Tiehallinto. 2002. Päällysteiden paikkaus. Helsin-
ki: Tiehallinnon julkaisu TIEH 2200009-02.

Toiviainen, Pekka, insinööri, Tiehallinto, Oulu.
Haastattelu 20.8.2002.

Virkkala, Pertti, insinööri, Tieliikeleitos, Oulu.
Haastattelu 12.8.2002.

Wågberg, L.G. 1992. Bära eller brista. Stockholm:
Svenska Kommunförbundet, Väg- och trafikinsti-
tutet och Vägverket.

LIITTEET

Liite 1 Mittaustulokset 3. - 4.6.2002

Liite 2 Mittaustulokset 28. - 29.8. ja 6.9.2002

Liite 3 Haastattelukysymykset

MITTAUSTULOKSET

MITATTU 3.6.2002

EI SAUMAUSTA

kantatie 73 tieosa 22
kantatie 73 tieosa 26
kantatie 75 tieosa 21

Mittaustulosten keskiarvot

Loadman m	MPa E1	MPa E2	Suhde E2/E1
-0,5	229	244	1,07
halkeama	160	174	1,09
0,5	187	232	1,24
1,0	190	230	1,21
1,5	204	248	1,21

Troxler m	kuiva kN/m ³	märkä kN/m ³	Wk%
halk.	20,30	21,45	5,7
0,5	21,66	22,79	5,2
1,0	21,65	22,75	5,1
1,5	21,59	22,70	5,1

Halkeaman geometria	mm
400	-1
50	-6
-50	-6
-400	0

Halk. lev.	mm
ulkoura	2..3
uraväli	17
sisäura	7

Tärähdysluku
3,9

Suhde (halkeama/tie)

Loadman m	E1	E2	Suhde E2/E1
-0,5	1,426	1,400	0,982
halkeama	1,000	1,000	1,000
0,5	1,167	1,336	1,145
1,0	1,183	1,321	1,117
1,5	1,275	1,426	1,118

Troxler m	kuiva	märkä	W
halk.	1,000	1,000	1,000
0,5	1,067	1,063	0,925
1,0	1,067	1,061	0,892
1,5	1,064	1,058	0,903

MITTAUSTULOKSET

MITATTU 4.6.2002

SAUMATTU

valtatie	5	tieosa	231
valtatie	5	tieosa	233
maantie	8807	tieosa	3

Mittaustulosten keskiarvot

Loadman m	MPa E1	MPa E2	Suhde E2/E1
-0,5	335	370	1,11
halkeama	266	273	1,02
0,5	323	350	1,08
1,0	299	361	1,21
1,5	331	351	1,06

Troxler m	kuiva kN/m ³	märkä kN/m ³	Wk%
halk.	23,26	24,62	5,9
0,5	23,54	24,90	5,8
1,0	23,64	24,99	5,7
1,5	23,67	25,05	5,8

Halkeaman geometria	mm
400	0
50	-5
-50	-8
-400	0

Tärähdysluku
4,6

Suhde (halkeama/tie)

Loadman m	E1	E2	Suhde E2/E1
-0,5	1,259	1,358	1,079
halkeama	1,000	1,000	1,000
0,5	1,214	1,284	1,058
1,0	1,123	1,324	1,179
1,5	1,246	1,289	1,035

Troxler m	kuiva	märkä	W
halk.	1,000	1,000	1,000
0,5	1,012	1,011	0,986
1,0	1,016	1,015	0,973
1,5	1,018	1,017	0,993

MITTAUSTULOKSET

MITATTU 28.8.2002

EI SAUMAUSTA

kantatie 73 tieosa 22
kantatie 73 tieosa 26
kantatie 75 tieosa 21

Mittaustulosten keskiarvot

Loadman m	MPa E1	MPa E2	Suhde E2/E1
-0,5	262	294	1,12
halkeama	197	226	1,15
0,5	257	301	1,17
1,0	277	314	1,13
1,5	256	314	1,23

Troxler m	kuiva kN/m ³	märkä kN/m ³	Wk%
halk.	21,58	22,67	5,1
0,5	21,68	22,78	5,1
1,0	21,89	22,96	4,9
1,5	21,75	22,85	5,1

Suhde (halkeama/tie)

Loadman m	E1	E2	Suhde E2/E1
-0,5	1,332	1,301	0,976
halkeama	1,000	1,000	1,000
0,5	1,309	1,331	1,017
1,0	1,407	1,389	0,987
1,5	1,301	1,392	1,070

Troxler m	kuiva	märkä	W
halk.	1,000	1,000	1,000
0,5	1,005	1,005	1,003
1,0	1,014	1,013	0,972
1,5	1,008	1,008	1,006

MITTAUSTULOKSET

MITATTU 29.8. JA 6.9.2002

SAUMATTU

valtatie	5	tieosa	231
valtatie	5	tieosa	233
maantie	8807	tieosa	3

Mittauksetulosten keskiarvot

Loadman m	MPa E1	MPa E2	Suhde E2/E1
-0,5	274	324	1,18
halkeama	236	281	1,19
0,5	272	308	1,13
1,0	285	336	1,18
1,5	273	329	1,20

Troxler m	kuiva kN/m ³	märkä kN/m ³	Wk%
halk.	23,60	24,88	5,4
0,5	23,63	24,96	5,6
1,0	23,77	25,10	5,6
1,5	23,79	25,15	5,7

Suhde (halkeama/tie)

Loadman m	E1	E2	Suhde E2/E1
-0,5	1,160	1,151	0,992
halkeama	1,000	1,000	1,000
0,5	1,152	1,096	0,951
1,0	1,205	1,193	0,990
1,5	1,158	1,169	1,010

Troxler m	kuiva	märkä	W
halk.	1,000	1,000	1,000
0,5	1,001	1,003	1,037
1,0	1,007	1,009	1,027
1,5	1,008	1,011	1,050

HAASTATTELUKYSYMYKSET

Mitä halkeamien saumausmenetelmiä ja materiaaleja käytätte?

Paljonko saumaatte halkeamia vuodessa?

Mihin aikaan vuodesta saumataan?

Minkä tyyppisiä halkeamia saumaatte?

Mitä saumaaminen maksaa?

Oletteko tyytyväisiä käyttämäänne saumausmenetelmään ja -materiaaliin? Menetelmän ja materiaalin kehitysmahdollisuudet?

Oletteko käyttäneet jotakin muuta menetelmää?

Onko esimerkkejä muun menetelmän käytöstä?

Onko tämä menetelmä kalliimpi kuin tällä hetkellä käyttämänne menetelmä?

Mitä haittaa poikkihalkeamista on?

Onko tienkäyttäjien tai kevyenliikenteen taholta tullut valituksia poikkihalkeamista, pituus- tai muita halkeamista tai saumoista?

Kuinka usein halkeamien seurauksena on

- a) asfaltin purkautuminen halkeaman reunasta
- b) routanousut
- c) vesi huuhtelee hienoja aineksia kantavasta kerroksesta halkeaman kohdalta
- d) kantava kerros pehmenee, verkkohalkeamat ja urapainauumat päällysteessä?

Kuinka usein halkeamien seurauksena syntyy joidakin muita liikennettä haittaavia seurauksia?

Miksi saumaatte/ette saumaa poikkihalkeamia?

Mitä hyötyä poikkihalkeamien saumaamisesta on?

Ovatko halkeamat kiinni keväällä?

Onko kohteita, joissa saumaamaton halkeama olisi vaurioitunut nopeammin edellä mainittujen esimerkkien a) – d) suhteen kuin saumattu halkeama?

Onko esimerkkejä kohteista, joissa saumaus olisi auttanut?

Onko saumoista irronnut bitumia?

Onko saumoista aiheutunut ongelmia liikenteelle?

Onko saumaustyössä ilmennyt työntekijöille ongelmia, onnettomuuksia tai läheltä piti –tilanteita?

Kuinka olette järjestäneet liikenteenohjauksen saumaustyön ollessa käynnissä ja kuinka varoitatte liikennettä saumaustyöstä?

